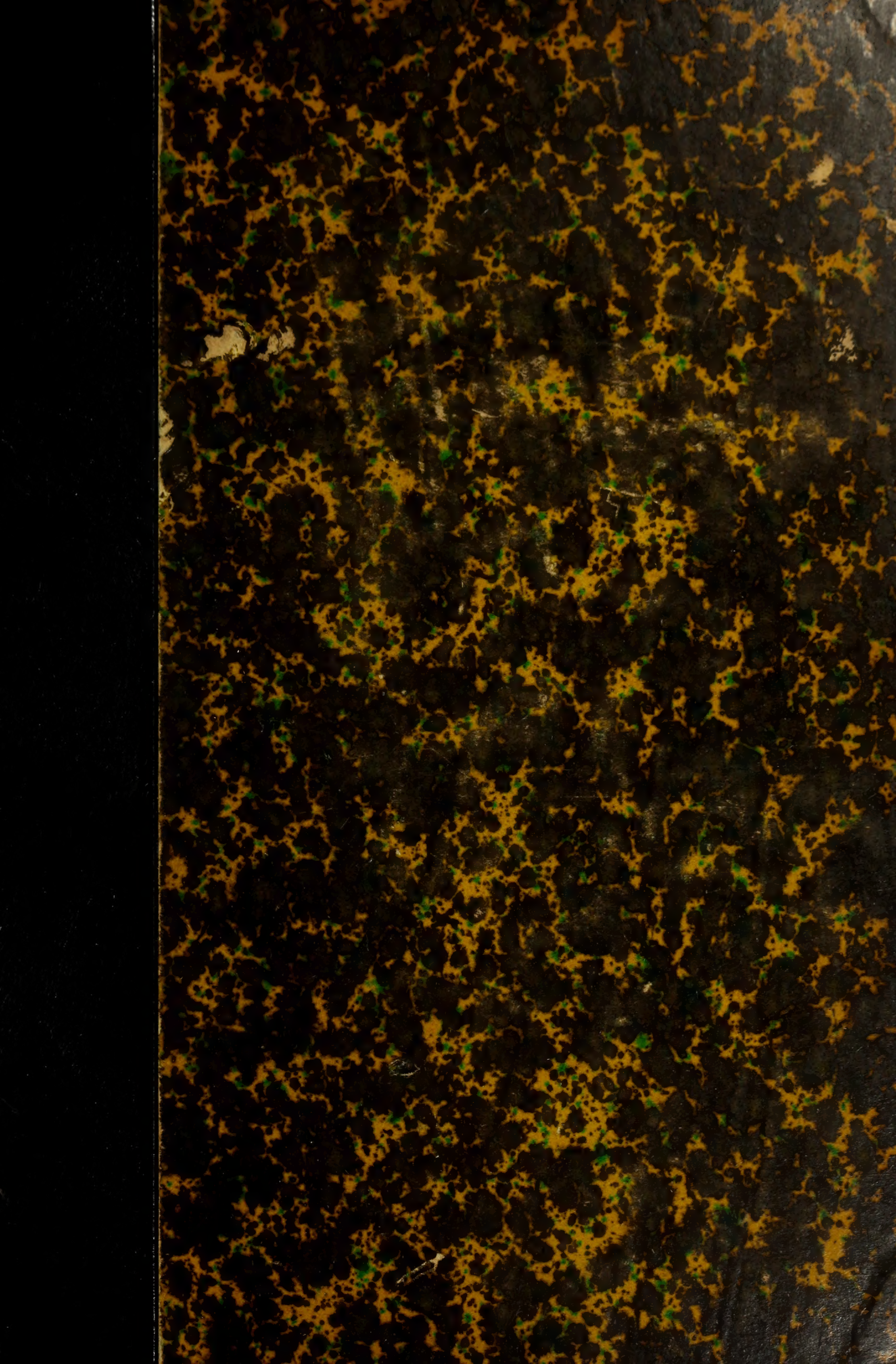
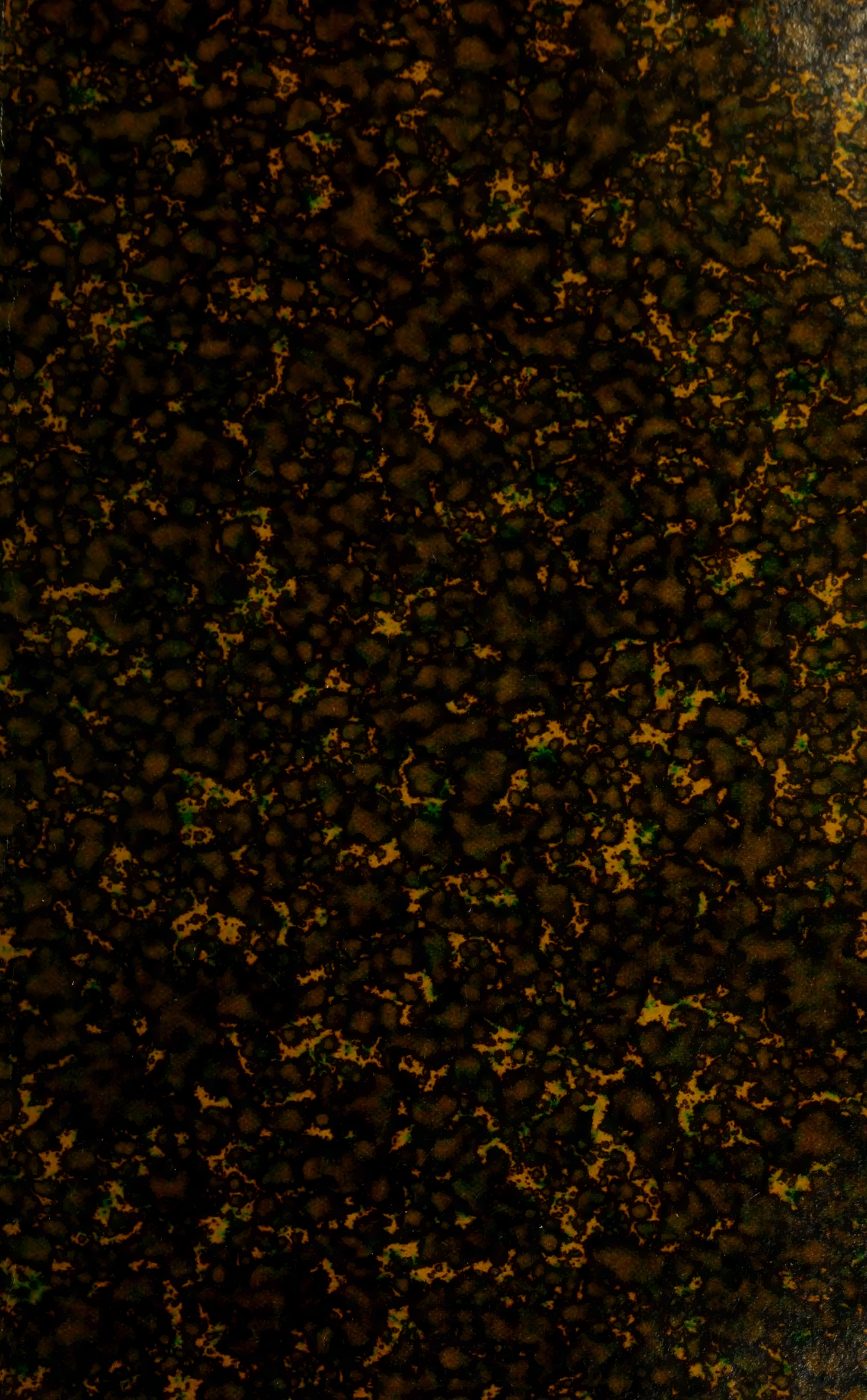
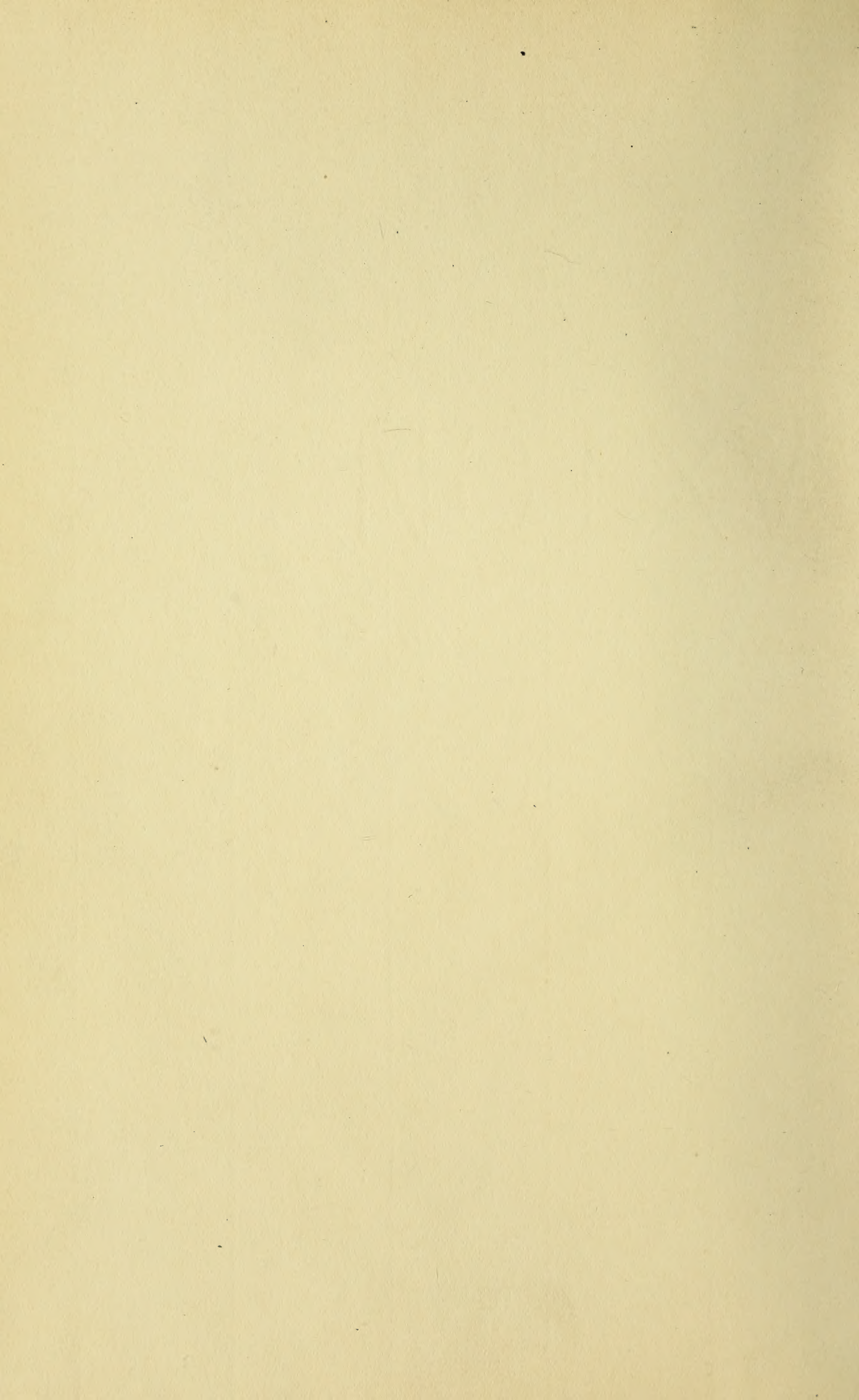
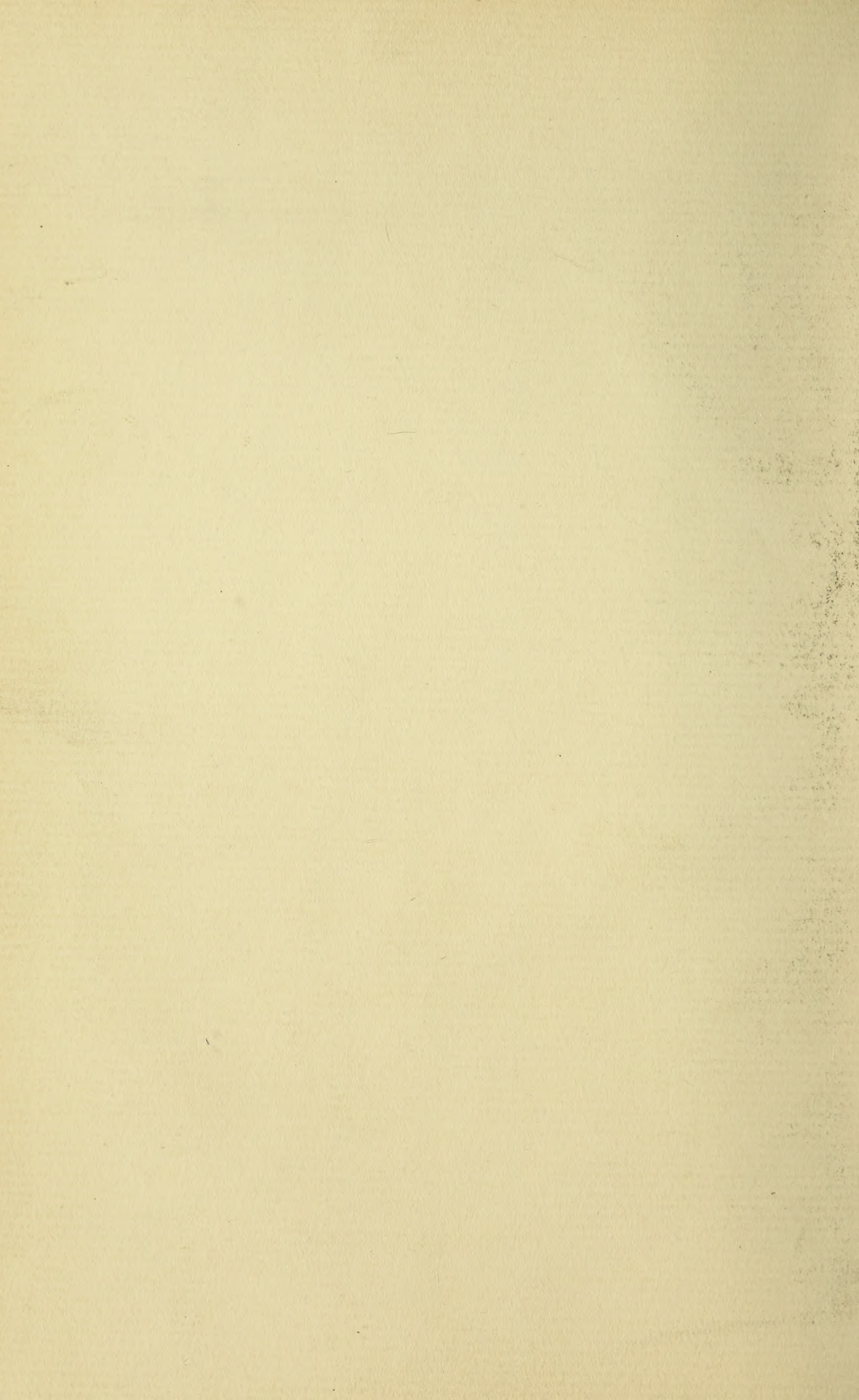



UNIVERSITY OF ILLINOIS
LIBRARY
Class
Book
Volume
580.5
BSB
10
ACES LIBRARY
BIOLOGY
Je 06-10M









Beihefte

zum

Botanischen Centralblatt.

Original-Arbeiten.

Herausgegeben
unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten
von

Dr. Oscar Uhlworm und **Dr. F. G. Kohl**
in Berlin. in Marburg.

Band X. — 1901.

CASSEL
Verlag von Gebrüder Gotthelft.
1901.

Inhalts-Uebersicht.

Zu diesem Bande gehören 5 Tafeln und 41 Figuren im Text.

Ueber Spaltungen von Glycosiden durch Schimmelpilze.

Von

Andre Brunstein

aus Everswinkel (Westfalen).

Einleitung.

Von Jahrzehnt zu Jahrzehnt mehrten sich in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts die Kenntnisse über die Morphologie der Schimmelpilze.

Auf Basis der genauen Kenntniss der morphologischen Eigenschaften vieler Schimmelpilze ging man dann daran, die Physiologie dieser Pilze zu studiren.

Da war es zunächst die am meisten in die Augen springende Thatsache, dass Schimmelpilze auf den verschiedensten Substraten zu leben vermögen, deren Ursache man zu ergründen suchte. Hauptsächlich französische Forscher beschäftigten sich mit der Beantwortung dieser Frage, unter ihnen vorzüglich Bourquelot.[1])

In dem Compt. rend. et mémoires de la Soc. biolog. 1893 tom 5, p. 804 stellt Bourquelot die beiden Hypothesen der Ursache dieser vielseitigen Ernährung der Schimmelpilze — hier speciell die Umwandlung der Glycoside durch Baumpilze — einander gegenüber mit den Worten:

„Parmi ces hypothèses, il en est deux sourtout qui ce partagent l'opinion. D'après l'une, le champignon sécrèterait une acide capable de dissoudre la substance du bois, ou tout au moins de la désagréger; d'après l'autre il produirait des ferments solubles ayant pour fonction de transformer cette même substance en composés assimilables. Ce qui a donné naissance à la première, c'est l'existance à certains moments, sur le Mycélium des champignons lignocoles d'une sort d'éxsudation acide; quant à la seconde, elle a été formulée par analogie avec ce qui ce passe dans la digestion animale, et aussi en basant sur l'apparence que présentent les tissus envahis par ce mycélium."

Bourquelot neigt der Ansicht zu, dass es Fermente sind, die die Umwandlung der Nährstoffe vermitteln und baute damit auf den Ermittelungen Gayon's und Ducleaux' weiter.

Schon Gayon[2]) und Ducleaux[3]) hatten bei *Aspergillus*

[1]) Compt. rend. 1883. p. 1323.
Compt. rend. 1893. Tom. CXVI.
Compt. rend. 1893. Tom. CXVII.
Compt. rend. de la Soc. biolog. Tom. V. 1893.
Compt. rend. de la Soc. biolog. 1895 p. 583.
Bullet. de la Soc. mycolog. de Fr. Tom 12 und 13.

[2]) Compt. rend. 1878.

[3]) Chémie biolog. 1883.

niger nachgewiesen, dass dieser Pilz ein Invertin ähnliches und ein diastatisches Ferment ausscheidet.

Bourquelot wies dann ausser diesen Fermenten in *Aspergillus niger* noch Maltase, Trehalase, Inulase, ein Emulsin ähnliches Ferment, später Laccase nach und dehnte seine Untersuchungen aus auf *Penicillium glaucum* und eine Anzahl höher organisirter Pilze.

Diese Fermente nun werden angesehen als Träger der Fähigkeit der Schimmelpilze, sich die verschiedensten Substrate als Nahrung nutzbar zu machen. Ueber die Art und Weise der Ausübung dieser Fähigkeit aber konnte man sich bisher wenig Rechenschaft geben; man kannte hauptsächlich nur die Umwandlung der Zuckerarten auf hydrolytischem Wege.[1])

Als eine weitere Umwandlungs-Art in Folge der Wirkung von Fermenten wies Bourquelot bei einem Fermente — der Laccase — die Fähigkeit nach, oxydirend zu wirken. Bourquelot's diesbezügliche Versuche fussten auf Beobachtungen Schoenbein's, veröffentlicht in den „Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Basel. 1856“. Schoenbein hatte nämlich bei *Boletus luridus* und *Agaricus sanguineus* nachgewiesen, dass der Saft dieser Pilze Guajactinctur zu bläuen vermag. An diese Beobachtungen anschliessende Versuche Bourquelot's, im Verein mit Bertrand, ergaben die Gewissheit, dass die meisten der in Untersuchung genommenen (höheren) Pilze, bezüglich deren Macarationen, oxydationsfähige Körper zu oxydiren vermögen.[2])

Ob und in welcher Weise aber die oxydirende Wirkung der Laccase bei der Ernährung der Pilze sich geltend machen könnte? Diese Frage steht noch offen. Man hat wohl das Auftreten von Oxalsäure und vor Allem Kohlensäure als Oxydationsproducte bei der Ernährung der Pflanze beobachtet, eine Kenntniss der Phasen aber, die der chemische Ernährungsprocess bis zur Bildung dieser hohen und höchsten Oxydationsproducte zu durchlaufen hat, fehlt gänzlich.

An dieser Stelle möchte ich eine uns hier interessirende Hypothese Kossmann's erwähnen, der leider die Basis ausreichender Versuche und Beobachtungen fehlt. Sie steht im Bulletin de la Soc. chimique. 1877. p. 252; ihr wesentlicher Theil lautet im Originaltext:

„D'après les faits précédants, il paraît, que ce ferment ou cette diastase végétale est un principe général, commun à toutes les plantes et qui joue un grand rôle dans la formation des prin-

---

[1]) vide: E. Fischer's Vortrag, abgedruckt in den Berichten der deutschen chem. Ges. XXVII. 1894. p. 2989.

[2]) Compt. rend. de la Soc. biolog. 1895.

Einige weitere Angaben über oxydirende Wirkungen gewisser höherer Pilze finden sich in Bourquelot's Aufsätzen:

„Sur la coloration des tissus et du suc de certains champignons au contact de l'air“ und „Sur la présence général, dans les champignons, d'un ferment oxydant agissant sur la tyrosin“, schliesslich: „sur le mécanisme de la coloration du chapeau de ces végétaux.“

cipes immédiats et leurs métamorphoses dans l'intérieur du tissu organisé; je le regard comme un moteur universel dans le régne végétal, qui se développe en même temps que la cellule et qui est probablement sécrété par la protoplasma.

L'ebranlement chimique, qui se manifeste dans la décomposition du ferment et qui se communique aux glycosides, n'est pas un fait isolé et spécial au ferment, en éffèt, le même fait se répète dans l'action chimique qui s'effectue lors de l'oxydation du fer au contact de l'air et de l'eau."

Das war der Stand der diesbezüglichen Wissenschaft, als K. Puriewitsch-Kiew in dem am 26. Januar 1899 herausgegebenen Hefte X der deutschen botanischen Gesellschaft einen Artikel veröffentlichte über „die Spaltung der Glycoside durch Schimmelpilze".

Puriewitsch stellte Versuche an mit den Schimmelpilzen *Aspergillus niger*, *Aspergillus glaucus* und *Penicillium glaucum* und den Glycosiden Helicin, Salicin und Amygdalin, einige Versuche auch mit Arbutin und Coniferin. Die Hauptresultate seiner Arbeiten lassen sich zusammenfassen in Puriewitsch eigenen Sätzen: „Die Schimmelpilze spalten die Glycoside, die ihnen als Nahrung dienen, in Glycoside und Benzol- bezgl Phenolderivat. Die Glycose wird vom Mycelium aufgenommen, das Benzol- bezgl. Phenolderivat wird entweder auch aufgenommen oder bleibt in der Lösung, ohne eine weitere Umwandlung zu erfahren. Die Spaltung vollzieht sich unter dem Einflusse von Emulsin." — „Eine Ausnahme bildet das Amygdalin, welches dabei etwas anders zerfällt (als wie unter Einwirkung von Emulsin) und zwar ähnlich der Spaltung durch Alkalien und mittels Invertin." — „Die Spaltung des Helicins bietet ein interessantes Beispiel für die physiologische Thätigkeit der Pflanze, deren Folge der Tod des Organismus ist." Im Gegensatze zu letzterer Beobachtung steht die Beobachtung Puriewitsch, „dass die Sporen von *Aspergillus niger* auf Helicinlösung keimten und Mycelien bildeten".

Im nun folgenden „Praktischen Theil" meiner Arbeit werde ich auf diese Sätze und andere Ausführungen von Puriewitsch zurückkommen und versuchen, durch eigene Beobachtungen die seinigen entweder zu bestätigen und zu modificiren oder aber eine andere Erklärung des Beobachteten zu geben. Auch werde ich nach Möglichkeit zu den Resultaten früherer Forschung Stellung nehmen.

Praktischer Theil.

Die Versuche wurden angestellt mit den Schimmelpilzen:

Aspergillus niger;
Aspergillus Oryzae;
Aspergillus Wentii;
Aspergillus glaucus;
Penicillium glaucum;

Botrytis cinerea;
Monilia candida;
Mucor Mucedo;
Mucor spinosus;
Mucor stolonifer;
Thamnitium elegans;
Phycomyces nitens;
Amylomyces Rouxii;
Dematium pullulans,

doch zeigten sich die letzteren wenig geeignet zur Ausführung von Versuchen, und diese wurden daher bei einer Anzahl von Versuchen unbeachtet gelassen.

Gearbeitet wurde nur mit Reinculturen. Dieselben wurden von dem Gelatinesubstrat, auf dem sie sich befanden, auf sterilisirtes gelatinöses Pflaumenmus übertragen und von diesem auf die Nährlösungen übergeimpft.

Als Nährflüssigkeit diente mir in den meisten Fällen Raulin'sche Lösung, der in einigen Versuchen Pepton und eine grössere als vorgeschriebene Menge Candiszucker zugesetzt wurde. — Die bei einigen Versuchen angewendete, als „anorganische Nährlösung“ bezeichnete Flüssigkeit enthielt in 1 Liter Wasser:

1,16 g KH_2PO_4.
1,16 g KNO_3.
4,65 g $Ca(NO_3)_2$.
2,33 g $MgSO_4$.
0,7 g $NaCl$.
10 g NH_4NO_3.

Das Impfen auf Pflaumenmus-Culturen, sowie auf die Nährlösungen geschah in einem eigens dazu eingerichteten „Sublimatkasten“, dessen Glaswandungen vor jedesmaligem Impfen mit 1‰ Sublimatlösungen abgewaschen wurden. Der von den übrigen Arbeitsräumen des Instituts abgesonderte Raum, in dem sich der Sublimatkasten befand, wurde vor jedesmaligem Impfen durch Sprengen von Wasser und gründliches Auswaschen von Pilzkeimen möglichst gesäubert. Geimpft wurde mit Hilfe eines Platindrahtes, der vor jedesmaligem Gebrauche ausgeglüht wurde.

Die Menge der Lösung für jedes Culturgefäss betrug durchgängig 25 ccm. Die Gefässe selbst waren Erlenmeier'sche Kölbchen von meist 100 ccm Inhalt; dieselben waren zuvor mit 25% Salzsäure ausgewaschen und sterilisirt

Die Temperatur, bei der die meisten Culturen erzogen wurden, war eine Zimmertemperatur von 17—20° C, doch wurde eine Anzahl Culturen bei 30° C erzogen.

Von der grossen Zahl bekannter Glycoside konnten nur wenige zu meinen Versuchen Verwendung finden, nämlich nur diejenigen, deren Spaltungsproducte durch chemische Reagentien gut nachweisbar sind. Das sind: Helicin, Salicin, Arbutin, Amygdalin, z. Th. auch Coniferin und myronsaures Kalium. Auch mit Saponin und Glycyrrhizin stellte ich einige Versuche an.

Eine Charakteristik der chemischen Eigenschaften dieser Glycoside und ihrer Spaltungsproducte möge hier Platz finden, da ich auf diese Reactionen im Laufe meiner Arbeit häufig zurückkommen werde.

Helicin $C_6H_{11}O_5 . OC_6H_4 . OCH + {}^3/_4 H_2O$ ist das Glycosid des Salicylaldehydes und wird durch Emulsin und verdünnte Säuren gespalten in Dextrose und Salicylaldehyd $= C_6H_{12}O_6 + C_6H_4 < {OH. \atop COH.}$

Das Salicylaldehyd zeichnet sich aus durch seinen charakteristischen Geruch. Mit Ferrichloridlösung giebt es Violettfärbung, die beim Schütteln mit Chloroform verschwindet. Durch Oxydation geht es über in Salicylsäure $C_6H_4 < {OH. \atop COOH.}$ Diese giebt mit Ferrichlorid Violettfärbung, die beim Schütteln mit Chloroform oder Aether nicht verschwindet. Mit $CuSO_4$-Lösung giebt Salicylsäure beim Kochen schöne grüne Färbung.

Salicin $C_6H_{11}O_5 . OC_6H_4 . CH_2OH$ ist das Glycosid des Salicylalkohols.

Durch concentrirte Schwefelsäure wird es intensiv roth gefärbt und gelöst; Wasser scheidet aus dieser Lösung einen rothen Niederschlag (Rutilin) aus: Rutilinreaction.

Emulsin spaltet das Salicin in Glycose und Salicylalkohol $=$ Saligenin $= C_6H_4 < {CH_2OH. \atop OH.}$ Dieses giebt mit concentrirter H_2SO_4 ebenfalls intensiv rothe Färbung. Ferrisalze färben seine Lösung indigoblau (Salicin färbt sich damit braun).

Arbutin $C_{12}H_{14}O_3 {-O . C_6H_4OH \atop -O . C_6H_4 . O . CH_3}$ färbt sich mit Ferrichlorid roth-violett. Emulsin zerlegt es in Dextrose und Hydrochinon:

$$C_{12}H_{16}O_7 + H_2O = C_6H_6O_2 + C_6H_{12}O_6.$$

Hydrochinon $C_6H_4(OH)_2$ wird durch Ammoniak rothbraun gefärbt. Es reducirt ammon. Silberlösung. Ferrichlorid färbt seine Lösung grünlich (Chinhydron); die Farbe verschwindet bei weiterem Zusatze von Ferrichlorid, weil sich das Oxydationsproduct des Hydrochinon, das Chinon, bildete; dieses zeichnet sich aus durch seinen penetranten Geruch.

Amygdalin $C_6H_7(OH)_4 . O . C_6H_7O(OH)_3 . OCH < {C_6H_5 \atop CN}$ ist das Nitril der Amygdalinsäure. Bei Einwirkung von Emulsin oder verdünnten Säuren wird es gespalten in Zucker und Cyanhydrin $CHOH < {C_6H_5 \atop CN}$. Dieses zerfällt beim Erhitzen in Blausäure und Benzaldehyd und trägt den Geruch der Blausäure. Bei der Oxydation geht Cyanhydrin über in Mandelsäure $C_6H_5CHOH . COOH$.

Die Mandelsäure wird aus ihren, nicht zu verdünnten Lösungen durch Blei- und Silbersalze als weisser Niederschlag gefällt.

Coniferin $C_6H_4O_5 . O . C_6H_3 (O . CH_3) . CH . CH_3 COH$ ist das Glycosid des Coniferylalkohols. Es wird durch concentrirte H_2SO_4 charakteristisch dunkelviolett gefärbt; die Farbe geht bei Zusatz von Wasser in indigoblau über.

Durch Emulsin wird Coniferin gespalten in Glucose und Coniferylalkohol, welch' letzterer, mit Aether extrahirt, schöne weisse, reine Krystalle giebt.

Myronsaures Kalium ist das Kalisalz des frei nicht existenzfähigen Glycosides Myronsäure. Bei Einwirkung von Myrosin, eines im Senfsamen enthaltenen Fermentes, wird es gespalten in Glycose, Kaliumsulfat und Allylsenföl

$$= C_6H_{12}O_6 + KaHSO_4 + C_3H_5CSN.$$

Von den übrigen, im Pflanzenreiche vorkommenden Glycosiden giebt es keines, dessen Spaltungsproducte sich scharf erkennen lassen; umsoweniger lassen sich bei ihnen die Veränderungen der Spaltungsproducte erkennen. Um wenigstens die Analogie in der Zuckerabspaltung bei ihnen zu constatiren und um zu sehen, ob sie sich als Nährmittel gleicherweise zu Schimmelpilzen verhielten, wie obige Glycoside, habe ich mit zweien derselben, dem Saponin und Glycyrrhizin, eine Anzahl Versuche ausgeführt.

Saponin wird aus seinen Lösungen durch Bleiacetat weiss gefällt. Fehling'sche Lösung wird allmählich schwach reducirt. H_2SO_4 löst mit rothgelber, allmählich roth, dann violett werdender Farbe.

Durch Kochen mit verdünnten Säuren wird es langsam in Glycose und Sapogenin gespalten. Von den für Sapogenin angegebenen Reactionen ist keine für meine Versuche scharf genug.

Glycyrrhizin giebt mit H_2SO_4 rothbraune Färbung, Wasser scheidet aus dieser Flüssigkeit graubraune Flocken aus. Durch Emulsin ist Glycyrrhizin nicht zerlegbar, wohl aber durch verdünnte Säuren, und zwar in Glucose und Glycyrretin.

Von den genannten Glycosiden stellte ich fast ausnahmslos 1% Lösungen her — nur myronsaures Kalium kam seiner Kostbarkeit wegen in 0,5% Lösung zur Anwendung — und liess auf sie Mycelien und Sporen von Schimmelpilzen einwirken. Durch Reagentien stellte ich dann die Veränderungen fest, die durch die Thätigkeit der Pilze im Substrate hervorgerufen wurden. Als Zuckerreagenz diente mir Fehling'sche Lösung, die jedesmal frisch gemischt wurde. Die Gegenwart anderer Abspaltungen der Glycoside wurde durch oben angegebene Reactionen nachgewiesen.

Helicin.

Um zunächst die Frage zu beantworten, wie voll entwickelte Pilzmycelien auf Helicinlösung einwirken, zog ich eine Anzahl Pilze auf einer Raulin'schen Nährflüssigkeit, der 1% Pepton und 5% Traubenzucker zugesetzt war. Als die Pilze hinreichend herangewachsen waren — es verging darüber bei

einigen Pilzen ein Zeitraum von 10—14 Tagen, während andere schon nach 3—5 Tagen schöne Myceelien aufwiesen — goss ich die Nährflüssigkeit ab. Die Unterseite der Myceelien spülte ich alsdann dreimal mit sterilisirtem destillirtem Wasser ab, mit der Vorsicht, dass Wasser die Oberseite des Mycels nicht berühre, und untergoss das Mycel alsdann mit 1% Helicinlösung.

Die ganze Procedur konnte in demselben Kolben vorgenommen werden, in dem die Pilze ausgesäet und gewachsen waren; zudem wurde das Abspülen der Mycelien und das Ersetzen durch vorher sterilisirte Helicinlösung in dem vorher ausgewaschenen Sublimatkasten vorgenommen, so dass also die Infectionsgefahr möglichst vermindert war.

Das Verhalten der Pilzmycelien Helicinlösung gegenüber wird unten für jeden Pilz einzeln geschildert werden.

Um zu erfahren, wie sich die Sporen jener Pilze zu Helicinlösung verhielten, bediente ich mich zweierlei Verfahren.

Nach dem einen Verfahren säte ich Sporen von Schimmelpilzen auf 1% Helicinlösung, der nichts zugesetzt war. Das Glycosid war von der Firma C. Merck-Darmstadt bezogen und daher denkbarst rein.

Mein zweites Verfahren war derart, dass ich mir eine Lösung anorganischer Nährsalze (Vorschrift vide p. 8) herstellte, dieselbe sterilisirte, dann je 20 ccm derselben in meine Versuchskölbchen gab und wiederum sterilisirte. Alsdann wurden 5 ccm vorher sterilisirter 5% Helicinlösung zugefügt und nach nochmaligem Sterilisiren die Pilzsporen auf diese Mischung gesät. Bei Lösung I war also das Glycosid die einzige Nahrung für die Pilze, bei Lösung II die einzige Kohlenstoffquelle.

Der bei allen Versuchsarten bestgewachsene — allerdings auch von Hause aus kräftigste — Schimmelpilz war

Aspergillus Wentii.

Das Wachsthum dieses Pilzes war ein vielfach besseres, als das der anderen Pilze. Auch war es auffallend, dass *Aspergillus Wentii* in nicht einer Cultur einen Geruch nach Salicylaldehyd zeigte; er stand auch damit im Gegensatz zu den meisten anderen Pilzen.

Die vorher mit organischen und unorganischen Nährmitteln genährten *Aspergillus Wentii*-Culturen hatten ihr Mycel nach dreitägigem Aufenthalte auf 1% Helicinlösung sichtlich vermehrt. Nach sechs Tagen hatten sie die ganze Menge Helicin nicht allein gespalten, sondern auch vollständig verzehrt.

Die nach 6 Tagen angestellten Reactionen zeigten nämlich, dass in der Flüssigkeit, die vom Mycel entfernt worden war, weder Helicin noch dessen Spaltungsproducte vorhanden waren. Nur ein ganz klein wenig Zucker war noch unverzehrt. Salicylaldehyd war nicht nachzuweisen, ebensowenig dem Salicylaldehyd nahe stehende Verbindungen.

Eine *Aspergillus Wentii*-Cultur setzte ich, nachdem sich dieselbe 48 Stunden auf 1% Helicinlösung aufgehalten, auf Raulinsche Nährflüssigkeit. Der Pilz wuchs auf dieser und fructificirte gut.

Die Cultur auf reiner Helicinlösung (den Sporen diente also nur Helicin als Nahrung) zeigte schon nach drei Tagen Sporenkeimung und Tags darauf ein ganz kleines fertiles Mycel, das im Laufe der folgenden Tage verhältnissmässig gut wuchs und nach 10 Tagen zwar klein, aber doch bedeutend grösser war, als die gleichbehandelten Culturen anderer Schimmelpilze.

In ähnlicher Weise, nur besser, hatte sich die *Aspergillus Wentii*-Cultur entwickelt, die, ausser mit dem Glycoside, noch mit anorganischen Salzen genährt war. Hier hatte sich nach drei Tagen ein schönes, emerses Mycel gebildet, welches gut fructificirte und in dünner Schicht die ganze Oberfläche der Nährflüssigkeit bedeckte. Trotz der verhältnissmässig guten Entwicklung aber wuchs der Pilz hier nicht mit der Energie, mit der er auf Raulin'scher Lösung gewachsen wäre, zeigte vielmehr nach 21 Tagen noch gute Helicinreaction; der abgespaltene Zucker war verzehrt und auch das Salicylaldehyd umgewandelt.

Nach 30tägigem Stehen war der *Aspergillus Wentii* keiner Cultur gewelkt, alle Exemplare sahen gesund aus. Mit dieser Eigenschaft stand *Aspergillus Wentii* in gewissem Gegensatze zu allen anderen Pilzen — die Erklärung für den Ausdruck „gewisser Gegensatz“ werde ich im „Schlusse“ dieses Abschnittes geben — auch zu *Aspergillus glaucus*, der mit ihm die Eigenschaft der Geruchlosigkeit in Berührung mit Helicinlösung theilte.

Aspergillus glaucus

stand mir in sehr schwächlichem Exemplare zur Verfügung, er wuchs sogar auf organischer Nährlösung sehr schlecht.

Trotzdem zeigte *Aspergillus glaucus* die Fähigkeit, Helicinlösung zu spalten. Nach sechstägigem Stehen des Mycels auf 1% Helicinlösung war ein grosser Theil des Helicins noch ungespalten, es war aber reichlich Zucker abgespalten. Einen Geruch nach Salicylaldehyd konnte ich nicht bemerken und doch rief Ferrichloridlösung starke Violettfärbung hervor, die auf Zusatz von Chloroform nicht verschwand.

Da Anwesenheit von Salicylaldehyd sich durch seinen Geruch hätte geltend machen müssen, konnte dieses die Violettfärbung nicht hervorgerufen haben; letztere wäre zudem auf Zusatz von Chloroform verschwunden. Es konnte sich also hier nur um die Gegenwart von Salicylsäure handeln. Die Bildung derselben kann ich nur in der Weise erklären, dass das vom Helicin abgespaltene Salicylaldehyd unter dem Einflusse von chemischen Körpern oxydirt wird zu Salicylsäure. Ob nun diese oxydirend wirkenden Körper aus dem Organismus des Pilzes stammen, oder mit Hilfe des lebenden Organismus des Pilzes durch chemische Umwandlung der Nährstoffe extracellular gebildet werden, weiss

ich nicht; Thatsache ist, dass nur unter dem Einflusse des lebenden Organismus oder seiner Absonderungen die Oxydation stattfindet.

Die Culturen von *Aspergillus glaucus*, welche auf reiner Helicinlösung und die auf einer Mischung von Helicinlösung mit der Lösung anorganischer Salze gezogen waren, hatten sich ungemein schwach und spärlich entwickelt. Ein Geruch war bei ihnen nicht zu constatiren, Zucker war abgespalten und (wenigstens theilweise) unverzehrt in der Flüssigkeit geblieben. Salicylaldehyd oder -säure-Reaction erhielt ich weder nach vierzehn, noch nach 21 Tagen, wohl aber sehr starke Reactionen auf unverzehrtes Helicin.

Während bei *Aspergillus Wentii* und *Aspergillus glaucus* bei keiner einzigen Cultur und an keinem Tage ein Salicylaldehydgeruch wahrgenommen werden konnte, bildete

Monilia candida

mit vorübergehend auftretendem Geruche einen Uebergang zu den übrigen in Untersuchung genommenen Schimmelpilzen.

Ein dünnes Mycel von *Monilia candida* wurde auf 1⁰/₀ Helicinlösung gesetzt. Nach 6 Tagen war *Monilia* ein wenig gewachsen und zeigte schwachen Geruch nach Salicylaldehyd; zugleich gab es starke Reaction. Nach zwei weiteren Tagen war der Geruch verschwunden; die Zuckerreaction war jetzt recht schwach. Der Zucker war also während dieser zwei Tage verzehrt und auch das Salicylaldehyd verbraucht.

Eine weitere, gleichbehandelte und auf Helicinlösung verpflanzte *Monilia*-Cultur war nach 48 Stunden ein ganz klein wenig gewachsen und gab starke Zucker- und Salicylaldehyd-Reaction. Nach mehrmaligem Abspülen mit destillirtem Wasser wurde dieses Mycel auf Raulin'sche Lösung zurückversetzt. Es lebte und hatte sich nach 48 Stunden weiter entwickelt.

Die Sporen der auf Helicinlösung + anorganischer Salzlösung ausgesäten *Monilia candida* keimten nach 6 Tagen, während die auf reine Helicinlösung ausgesäten erst nach 12 Tagen mikroskopische Keimung aufwiesen. Bei der letzteren Cultur liess sich nach 20 Tagen ein Aldehydgeruch wahrnehmen. Beide Culturen hatten ein kleines Theil Helicin gespalten. Die abgespaltenen Theile wurden allmählich verzehrt, wie erst eintretende, nach acht Tagen jedoch fehlende Reactionen bewiesen. Der unberührt gebliebene Theil Helicin wurde später nicht mehr angegriffen.

Ebenfalls einen Uebergang bildeten *Mucor stolonifer* und *Mucor Mucedo.* Diese hatten mit *Aspergillus Wentii* und *Aspergillus glaucus* gemeinsam, dass sie, auf Helicinlösung gebracht, einen Aldehydgeruch nicht wahrnehmen liessen. Sie unterschieden sich von diesen dadurch, dass ihr Mycel sehr rasch welkte und unter dem Einfluss von Helicin anscheinend ertödtet wurde.

Das von der organischen Nährflüssigkeit auf 1⁰/₀ Helicinlösung gesetzte Exemplar von

Mucor stolonifer

war kräftig entwickelt und trieb zahlreiche Fruchtträger in die Höhe.

Schon nach zwei Tagen begannen diese Fruchtträger zu welken; nach 5 Tagen waren alle Sporangienträger auf das Mycel gesunken. Die ehemals Helicin enthaltende Flüssigkeit zeigte weder Reaction auf Helicin, noch auf Salicylaldehyd und Zucker, wohl aber deutliche Salicylsäure-Reaction. Nach fünf Tagen also war Helicin nebst seinen Spaltungsproducten verzehrt; das Salicylaldehyd war zu Salicylsäure oxydirt.

Mucor stolonifer ähnlich verhielt sich

Mucor Mucedo.

Die auf reine 1% Helicinlösung und auf Helicinlösung und anorganische Salzlösung ausgesäten Sporen von *Mucor*-Arten hatten nicht gekeimt.

Die nun folgenden Schimmelpilze hatten das eine gemeinsam, dass bei ihnen ein mehr oder minder starker Salicylaldehydgeruch auftrat, wenn man ihre Mycelien oder auch Sporen mit Helicinlösung in Verbindung brachte.

Aspergillus niger.

Zunächst wählte ich zur Beobachtung drei Exemplare dieses Pilzes, von denen 2 auf Raulin'scher Nährflüssigkeit erzogen waren, das dritte auf einer Nährlösung anorganischer Salze, der 1% Pepton und 5% Zucker zugesetzt waren. Die Raulin'schen Culturen unterschieden sich dadurch von der Pepton-Cultur, dass erstere ein starkes, weisses Mycel aufwiesen, während die Pepton-Cultur ein dünnes, hautartiges, aber gut fructificirendes Mycel zeigte. Letztere und eine Raulin-Cultur wurden auf eine 1% Helicinlösung gesetzt, die zweite Raulin-Cultur auf destillirtes Wasser. Nach Verlauf von zwei Tagen schien das Wachsthum der Culturen, ausser der auf H_2O befindlichen, sistirt. Eine Vermehrung des Mycels konnte nicht bemerkt werden, wohl aber trat starker Geruch nach Salicylaldehyd auf. Einen wesentlichen Unterschied zeigten die auf Raulin'scher Lösung erzogenen beiden Mycelien: Das auf Wasser befindliche hatte sein Mycel zwar nicht wesentlich vermehrt, fructificirte aber stark, während das auf Helicin gesetzte Mycel gar keine Vermehrung seiner Masse aufwies und noch vollständig weiss war; ebenso weiss war es noch nach 5 weiteren Tagen. Ebensowenig hatte sich die Pepton-Cultur nach Ablauf von 7 Tagen vermehrt. Ich entfernte nun die Flüssigkeiten von den Mycelien. Die ehemals nur aus destillirtem Wasser bestehende Flüssigkeit reagirte stark sauer. Die Flüssigkeit der auf Helicinlösung gesetzten Cultur reagirte viel weniger sauer, roch stark nach Salicylaldehyd und gab sehr starke Zuckerreactionen. Alles Helicin war, wie die entsprechende Reaction zeigte, gespalten, Zucker und Salicylaldehyd aber, die Spaltungsproducte nicht verzehrt.

Auch die Pepton-Cultur von *Aspergillus niger* hatte sämmtliches vorhandene Helicin gespalten; auch hier constatirte ich deutlichen Aldehydgeruch und starke Zuckerreaction.

Von den beiden Raulin-Culturen stellte ich das Gewicht ihrer Trockenmycelien fest. Die Flüssigkeit wurde von den Mycelien möglichst abgegossen und diese alsdann bei einer Temperatur von 105° C getrocknet. Das Gewicht des Trockenmycels der auf Helicinlösung gesetzten Cultur betrug 0,3 g, das der auf Wasser befindlich gewesenen Cultur 0,44 g.

Bei den oben beschriebenen Versuchen, die mit *Aspergillus Wentii* und *Mucor stolonifer* angestellt waren, hatte sich gezeigt, dass der eine Pilz durch Helicinlösung ertödtet wurde, der andere aber sich mit den Spaltungsproducten des Helicins zu ernähren vermochte. Bei *Aspergillus niger* constatirte ich nun, dass ein solches verschiedenartiges Verhalten bei ein und demselben Pilze vorkommen kann. Culturen verschiedener Ernährung und Stärke wurden auf Helicinlösung gesetzt. Bei den schwächeren bemerkte ich sehr bald ein Welken und Zusammenschrumpfen der Mycelien, während kräftige Exemplare ihr Wachsthum nur sistirten, ohne zu welken oder gar ertödtet zu werden. Jedoch wurden auch kräftige *Aspergillus niger*-Culturen zum Welken gebracht, wenn eine grosse Menge des Glycosides, bezüglich seiner Spaltungsproducte vorhanden waren.

Der Tod des Organismus scheint mir darum erst einzutreten, wenn eine bestimmte Menge des Glycosides in seinen Spaltungsproducten auf das Pilzmycel einwirken kann. Ein schwacher Organismus scheint diese Wirkung zu unterstützen, ein kräftiges Exemplar ihr zu widerstehen.

Auf unvermischter Helicinlösung hatten sich Sporen von *Aspergillus niger* nicht entwickelt, wohl aber auf einer Helicinlösung, die anorganische Nährlösung enthielt. Nach 12 Tagen begann hier die Keimung und mit ihr trat Salicylaldehydgeruch auf. Nach dreissig Tagen hatte *Aspergillus niger* ein kleines submerses und minimales emerses Mycel aufzuweisen, war also, gleich den meisten anderen Pilzen, nur ganz wenig entwickelt.

Auftreten von Salicylaldehydgeruch und eine deutliche Zuckerreaction bewiesen, dass trotz der Kleinheit des Mycels Spaltung eines Theiles Helicin eingetreten war. Die anfangs emporragenden Sporangienträger waren später beigefallen.

Penicillium glaucum

stand mir in wenig kräftigen Exemplaren zur Verfügung. Ein weisses dünnes Mycel dieses Pilzes setzte ich auf 1% Helicinlösung. Nach 6 Tagen war das Mycel nicht im mindesten gewachsen, hatte aber das Helicin, wenigstens z. Th., gespalten, denn darauf wiesen starker Salicylaldehydgeruch und gute Zuckerreaction hin.

Die Sporen von *Penicillium glaucum*, auf unvermischte Helicinlösung ausgesät, keimten nach drei Tagen; nach sieben Tagen hatte sich ein kleines submerses und emerses Mycel ge-

bildet. Dem Kolben entströmte deutlicher Aldehydgeruch; dieser Geruch stand im Einklang mit einer starken chemischen Salicylaldehyd-Reaction; auch Zucker war reichlich vorhanden. Vierzehn Tage später erhielt ich noch starke Zucker-Reaction, nicht aber Aldehyd-Reaction. Der Geruch war vollständig geschwunden.

Die auf eine mit anorganischen Salzen versetzte Helicinlösung gebrachten Sporen von *Penicillium glaucum* keimten bereits nach vier Tagen, die Entwicklung des Mycels war eine recht schwache. Der Geruch nach Salicylaldehyd trat hier am fünften Tage auf und hielt sich bis gegen den 18. Tag, dann war er verschwunden und mit ihm die chemische Reaction auf Salicylaldehyd. Die Zucker-Reaction war auch hier nach 21 Tagen ebenso stark, wie nach 14 Tagen.

Salicylsäure habe ich bei beiden Culturen nicht nachweisen können.

Aspergillus Oryzae.

Ein dünnes, soeben fructificirendes Mycel wurde auf 1% Helicinlösung gesetzt. Nach zwei Tagen war das Wachstum sistirt, nach 6 Tagen sah das Mycel welk aus und war anscheinend ertödtet, ohne dass es sich im geringsten vermehrt hätte. Die Flüssigkeit, vom Mycel entfernt, zeigte starken Aldehydgeruch, starke Zucker-Reaction und sehr gute Salicylaldehyd-Reaction; Salicylsäure war wahrscheinlich vorhanden, konnte aber mit voller Bestimmtheit neben Salicylaldehyd nicht nachgewiesen werden.

Um so interessanter sind die Aufschlüsse, die mir eine andere kräftigere *Aspergillus Oryzae*-Cultur gab. Das Mycel derselben war ebenfalls organisch genährt und gut entwickelt auf Helicinlösung gesetzt. Nach 24 Stunden war starker Aldehydgeruch bemerkbar. Nach 48 Stunden wurde die Flüssigkeit, die zuvor aus Helicin und Wasser bestanden hatte, entfernt und auf Zucker geprüft. Sie gab starke Zuckerreaction. Die Gegenwart von Salicylaldehyd war erkennbar an der starken Violettfärbung, die bei Zugabe von Ferrichlorid entstand; diese Violettfärbung verschwand aber nur zum kleineren Theile beim Schütteln mit Chloroform, ein Zeichen, dass reichlich Salicylsäure vorhanden war. Um sicher zu gehen, kochte ich meine Flüssigkeit mit Kupfersulfatlösung. An dem Auftreten einer schön grünen Färbung erkannte ich, dass nur Salicylsäure obige Reaction veranlasst haben konnte. Um noch mehr Gewissheit zu haben, machte ich Gegenreactionen mit Salicylsäurelösung, Salicylaldehydlösung und deren Mischungen und sah, dass diese Reactionen genau mit den vorher genannten übereinstimmten.

Die Gegenwart von Salicylsäure war also deutlich erwiesen. Doch schon folgenden Tages stellte sich beim Wiederholen der Reactionen heraus, dass Salicylsäure nicht mehr vorhanden war; sie musste weitere Umwandlungen erfahren haben.

Das stärkere Mycel von *Aspergillus Oryzae* pflanzte ich nach 48stündigem Aufenthalte auf Helicinlösung auf Raulin'sche Lösung zurück. Es erholte sich nicht, blieb vielmehr welk, wie es war.

Auf unvermischter Helicinlösung waren die Sporen von *Aspergillus Oryzae* nicht angegangen, wohl aber auf jener Nährlösung, die ausser Helicin noch anorganische Salze enthielt. Dort keimten die Sporen nach 6 Tagen und liessen allmählich ein verhältnissmässig gutes, submerses Mycel entwickeln. Starke Reaction auf Zucker und Salicylaldehyd zeigten nach 14 Tagen, dass eine reichliche Menge Helicin gespalten war. Weder Zucker, noch Salicylaldehyd waren nach weiteren 7 Tagen verzehrt.

Schluss für Helicin.

Alle in Untersuchung genommenen Schimmelpilze hatten die Fähigkeit gemeinsam, das ihnen angebotene Helicin zu spalten.

In der Art der Spaltung zeigten sich wesentliche Unterschiede: Während bei *Aspergillus Wentii*, *Aspergillus glaucus* und *Mucor*-Arten kein Geruch nach Salicylaldehyd auftrat, war ein solcher bei *Aspergillus niger*, *Aspergillus Oryzae* und *Penicillium glaucum* sehr stark wahrnehmbar. Einen Uebergang bildete *Monilia candida* mit vorübergehend auftretendem Geruche.

Man könnte aus dem Nichtauftreten des Salicylaldehydgeruches schliessen, dass dieser Körper nicht gebildet würde. Dem widerstreitet aber die Thatsache, dass Zucker abgespalten wird, und wo Zucker abgespalten wird, muss wenigstens vorübergehend auch der zum Zucker gehörige Bestandtheil des Glycosides — hier Salicylaldehyd — abgespalten werden.

Ich habe nun die Ueberzeugung gewonnen und diese wurde durch die Analogie der Versuche der folgenden Abschnitte bestätigt —, dass Salicylaldehyd zwar abgespalten wird, aber „in statu nascendi“ gleichsam durch die Absonderungen des Pilzmycels verarbeitet wird.

Die „Verarbeitung“ des Salicylaldehydes macht das oben erwähnte Beispiel von *Aspergillus Oryzae* klar. Salicylaldehyd wird nämlich durch Einwirkung der Pilzabsonderungen zu Salicylsäure oxydirt und diese betrachte ich als Urheber des Todes des Organismus mancher Pilze. Salicylsäure ist bekanntlich ein Antisepticum und wirkt als solches tödtend auf organisches Leben. Durch besondere Versuche bestätigte ich die Ausübung dieser Fähigkeit gegenüber Schimmelpilzen. Doch auch die Salicylsäure bleibt nicht unverändert; wie wir es bei *Aspergillus Oryzae* sahen, wird sie — und zwar rasch — verzehrt; wozu?, das würde sich sehr schwer verfolgen lassen.

Nun wurden einige Pilze beim Leben auf Helicinlösung getödtet, andere nicht. Dies hat seinen Grund zunächst wohl darin, dass die Widerstandsfähigkeit der Mycelien verschiedener Pilze verschieden ist. Selbst bei ein und demselben Pilze ist der Grad der Widerstandsfähigkeit je nach seiner Ernährung und der Art ererbter Eigenschaften verschieden.

Eine zweite Erklärung des verschiedenartigen Verhaltens lässt sich aus der Beobachtung ableiten, dass die Mycelien derjenigen Schimmelpilze in erster Linie ertödtet werden unter Einfluss von Helicin, bei denen ein Geruch nach Salicylaldehyd nicht auftritt. Wie ich schon vorhin bemerkte, ist Grund vorhanden zu der Annahme, dass auch bei diesen Salicylaldehyd zwar abgespalten, aber sofort wieder verarbeitet wird. Ich nehme an, dass der Process, der sich bei oben beobachteten Culturen von *Aspergillus niger*, *Aspergillus Oryzae* in mehreren Tagen oder Wochen abspielte, hier in wenigen Sekunden zu Ende geführt wird auf Grund einer Verschiedenart oder besser eines intensiveren Grades der Einwirkung der Pilzabsonderungen. Der Process spielt sich eben so rasch ab, dass Salicylsäure nicht in Wirkung treten kann.

Durch Combinationen beider genannter Erklärungsversuche lässt sich schliesslich ein abweichendes Verhalten erklären.

Was wird nun aus dem abgespaltenen Zucker?

Dieser wird vom lebenden Organismus verzehrt, wie das Beispiel von *Aspergillus Wentii* zeigte. Ist die Lebensthätigkeit eines Pilzes aber sistirt, so kann naturgemäss der Zucker nicht verzehrt werden. Er bleibt dann in der Nährflüssigkeit, länger sogar unter Umständen, als das Salicylaldehyd. Dies letztere erkläre ich mir daher, dass die Pilzabsonderungen, einmal in der Flüssigkeit vorhanden, umwandelnd auf Salicylaldehyd, den chemisch empfindlicheren Körper, einwirken, den Zucker aber unberührt lassen. So erklärt sich die Gegenwart von Zucker bei Abwesenheit von Salicylaldehyd (z. B. bei *Monilia candida* oben!). Meistens allerdings scheint der Zuckerverbrauch Hand in Hand zu gehen mit der Abnahme des Salicylaldehyd-Quantums.

Unvermischte Helicinlösung erwies sich als sehr schlechte Nahrung für Schimmelpilzsporen und ihre Mycelien. Nur wenige Pilz-Sporen, wie die von *Aspergillus Wentii*, *Aspergillus glaucus*, *Penicillium glaucum* und *Monilia* keimten und bildeten ganz kleine submerse Mycelien. Aber so klein auch die Mycelien waren, einen Theil des Helicin vermochten sie doch zu spalten. — Sehr bald stellten die wenigen angegangenen Pilze ihr Wachsthum ein und liessen z. Th. sogar die bereits abgespaltenen Helicintheile unverzehrt.

Etwas besser liessen sich die Schimmelpilze mit einer Mischung aus Helicinlösung und anorganischen Salzen nähren, doch auch hier wies nur *Aspergillus Wentii* ein gutes Mycel auf. Emerse Mycelien hatten nur *Aspergillus Wentii* und *Aspergillus niger*, doch welkten die Fruchtträger des letzteren nach achttägigem Leben.

Helicin beeinflusst also das Wachsthum der meisten Pilze ungünstig und sistirt oder ertödtet deren Lebensthätigkeit.

Salicin.

Als nächstes Glycosid nahm ich das dem Helicin verwandte Salicin in Untersuchung.

Ich ging dabei von dem Gedanken aus, dass, wenn die Absonderungen der Pilzmycelien wirklich oxydirende Eigenschaften besitzen, diese bei Salicin deutlich hervortreten müssten. Salicin ist nämlich das Glycosid des Salicylalkohols, wie Helicin das des Salicylaldehydes ist.

Die oxydirenden Fähigkeiten der Pilzabsonderungen mussten sich hier also in der Weise äussern, dass aus dem Salicylalkohol zunächst Salicylaldehyd wurde; letzteres ist seines charakteristischen Geruches wegen nicht zu verkennen.

Es wurde in derselben Weise und mit derselben Vorsicht gearbeitet, wie bei Helicin. Dieselben Arten von Culturen wurden angelegt; nur wurde darauf verzichtet, Pilzsporen auf eine Lösung anorganischer Salze mit Zusatz von Salicin zu säen, weil die bei Helicin durch diese Culturen erhaltenen Aufschlüsse minimal waren.

Als einer der bestgewachsenen und gegen Salicin widerstandsfähigsten Pilze zeigte sich

Aspergillus Wentii.

Eine mit Raulin'scher Nährlösung, der Pepton und Zucker zugesetzt war, ernährte Cultur von *Aspergillus Wentii* wurde in der oben angegebenen Weise auf 1% Salicinlösung gesetzt. Nach zwei Tagen war die Cultur ein wenig gewachsen. Nach 7 Tagen hatte sich das Mycel weiterhin vermehrt und fructificirte stark. Die unter dem Mycel befindliche Flüssigkeit enthielt nur Spuren von Salicin; Zucker und Saligenin waren nicht vorhanden; ebensowenig waren etwaige Oxydationsproducte des Saligenin nachweisbar. Der Pilz hatte also das Salicin und seine Spaltungsproducte gänzlich umgewandelt, bezüglich verzehrt. Das Mycel hatte dabei keinen Schaden gelitten.

Auch die auf 1% unvermischte Salicinlösung ausgesäten Sporen von *Aspergillus Wentii* waren gut gekeimt und hatten ein, wenn auch kleines, so doch gesundes und fruchttragendes Mycel gebildet. Ein Theil des Salicin war gespalten und als Nahrung verzehrt, der grössere Theil jedoch war unzersetzt in der Lösung geblieben.

Weniger gut, wie *Aspergillus Wentii*, gedieh

Aspergillus niger

bei Anwesenheit von Salicin.

Zur Beobachtung wählte ich 4 Culturen, zwei derselben waren auf Raulin'scher Nährflüssigkeit gezogen, die zwei anderen auf peptonhaltiger Nährflüssigkeit.

Während die Raulin-Culturen ein starkes, weisses Mycel aufwiesen, hatten die Pepton-Culturen ein dünnes, aber gut fructificirendes Mycel.

Zunächst setzte ich die Raulin-Culturen auf 1% Salicinlösung und liess sie 48 Stunden auf derselben. Nach Verlauf dieser Zeit waren die Mycelien beider noch unverändert weiss. Die unter den Mycelien befindliche Flüssigkeit gab keine Zucker-

reaction. Die Abwesenheit von Salicin wurde dadurch nachgewiesen, dass einige Tropfen der zu prüfenden Flüssigkeit in concentrirte Schwefelsäure gegossen wurden; ich erhielt eine ganz geringe, rosa gefärbte Ausscheidung; Salicin war also nur in Spuren zugegen, denn grössere Mengen derselben geben einen rothen Niederschlag von Rutilin. — Auf Saligenin geprüft, zeigte die Flüssigkeit blauviolette Färbung; es war also Saligenin vorhanden.

Die eine Cultur liess ich zur weiteren Beobachtung stehen, die Flüssigkeit der anderen ersetzte ich durch destillirtes Wasser. Nach Verlauf weiterer 24 Stunden war die Oberseite der letzteren Cultur mit einer grossen Zahl Sporangien bedeckt, während das auf Salicinlösung verbliebene Mycel nach fünf Tagen noch ebenso weiss war, wie am ersten Tage. Dieses Beispiel zeigt deutlich, dass Salicinlösung stark hemmend auf die Entwicklung des Pilzes einwirkt.

Mit Ferrichlorid gab jetzt die ehemalige Salicinlösung eine braunviolette Färbung, ein Zeichen, dass Saligenin nicht mehr vorhanden war. Die Violettfärbung verschwand auf Zusatz von Chloroform nicht; es war also mittlerweile Saligenin zu Salicylaldehyd bezüglich Salicylsäure oxydirt.

Noch deutlicher wie hierbei beobachtete ich den Oxydationsprocess bei *Aspergillus Oryzae.*

Die Mycelien der beiden Pepton-Culturen, von denen das eine gut, das andere schwächer entwickelt war, wuchsen in den ersten zwei Tagen gut. Am dritten Tage begann die schwächere Cultur zu welken, während die stärkere nach 6 Tagen noch vollkommen gesund aussah. Die Widerstandsfähigkeit von Pilzmycelien gegen hindernde Einflüsse von gewissen Glycosiden scheint also zu wachsen mit dem Wachsthum des Mycels.

Nach 8 Tagen zeigte die unter dem schwächeren Exemplar stehende Flüssigkeit starke Salicin-Reaction; der abgespaltene Zucker und Saligenin waren nicht mehr vorhanden, wohl aber erhielt ich mit Ferrisalzlösung Violettfärbung. — Das stärkere Exemplar hingegen hatte alles Salicin gespalten und auch Zucker und Saligenin nebst Oxydationsproducten war nicht mehr vorhanden.

Die auf reine Salicinlösung ausgesäeten Sporen hatten sich nach 14 Tagen zu einem kleinen Mycel entwickelt, das ein wenig Salicin spaltete, den grössten Theil desselben aber unberührt liess. Eine Vergrösserung des Mycels nach 30 Tagen war nicht eingetreten.

Ein sehr gutes Beobachtungsobject bot

Aspergillus Oryzae.

Hier wählte ich wiederum verschieden genährte Culturen.

Von zwei, auf peptonhaltiger Raulin'scher Lösung genährten Culturen setzte ich die eine auf 1 pCt. Salicinlösung, die andere

liess ich auf der Mutterflüssigkeit. Nach 2 Tagen zeigten beide Culturen gutes Wachsthum, wenn auch die auf der peptonhaltigen Raulin'schen Lösung verbliebene Cultur bedeutend besser gewachsen war.

Ein Pilz wächst also auf Salicinlösung; er wächst aber bedeutend schlechter, wie auf guter organischer Nährflüssigkeit, jedoch besser wie auf Helicinlösung.

Nach 14tägigem Stehen war die auf Salicinlösung befindliche Cultur verwelkt. Eine während derselben Zeit auf Wasser befindlich gewesene Cultur — die vorher 48 Stunden auf Salicinlösung gestanden hatte — sah gesund aus.

Also auch Salicin vermag den Tod des Pilzorganismus herbeizuführen.

Von 2 weiteren, nur auf Raulin'scher Lösung genährten Culturen wurde die eine auf 1 pCt. Salicinlösung, die andere — also gleichstarke und gleichgenährte Cultur — auf destillirtes Wasser gesetzt. Nach Verlauf von 3 Tagen war die auf Salicin befindliche Cultur besser gewachsen, als die auf Wasser befindliche — bei Helicin war das Umgekehrte der Fall gewesen.

Die Salicinlösung zeigte nach dieser Zeit unverkennbar deutlichen Geruch nach Salicylaldehyd.

Mit diesem Versuche ist der Beweis erbracht, dass dieser Pilz die Fähigkeit besitzt, oxydirend auf chemische Körper zu wirken. Lassen manche chemische Reactionen auch Zweifel aufkommen, so schliesst diese physikalische Reaction doch jeden Zweifel aus.

Nach 7 Tagen war der Salicylaldehydgeruch fast verschwunden; dieses Mycel lebte noch ebenso gut und stark, als das auf H_2O befindliche, anders aber nach 9 Tagen. Nach dieser Zeit sah das auf der Salicinlösung befindliche Mycel welk und eingefallen aus.

Die Flüssigkeit roch nicht mehr nach Salicylaldehyd, gab dafür aber deutliche Salicylsäure-Reaction. Durch sorgfältiges Reagiren und Anstellen von genau beobachteten Gegenreactionen stellte ich fest, dass nichts anderes, als Salicylsäure die Reaction hervorgerufen haben konnte.

Wir haben an diesem Versuche ein gutes Beispiel dafür, dass das dem Pilze angebotene Glycosid erst gespalten wird und dass das eine Spaltungsproduct, die Glucose, zum Wachsthum des Pilzes Nahrung giebt. Vom anderen Spaltungsproduct, dem Salicylalkohol hier, sehen wir, dass er langsam zu Salicylaldehyd oxydirt wird und dieses weiterhin zu Salicylsäure. Mit der Bildung von Salicylsäure Hand in Hand geht das Absterben des vorher gesunden und kräftigen emersen Mycels.

Die auf 1 pCt. Salicinlösung gesäeten Sporen von *Asperg. Oryzae* hatten sich nach 3 Tagen zu einem, allerdings recht kleinen Mycel entwickelt, welches aber, unter dem Mikroskope betrachtet,

eine normal entwickelte Pflanze mit zahlreichen Sporangien zeigte. Nach 25 Tagen war das Mycel nicht weiter entwickelt, als es nach 3 Tagen gewesen war. Es gab nach dieser Zeit schwache Zucker- und Saligenin-Reaction; Salicin war noch sehr reichlich in der Flüssigkeit vorhanden.

Bei den nun folgenden vier Schimmelpilzen:

Aspergillus glaucus, *Penicillium glauc.*, *Monilia candida* und *Botrytis cinerea* konnte ich Neues in Bezug auf Zersetzung von Salicin nicht constatiren.

Sie alle wuchsen, auf Salicinlösung gebracht, einige Tage und dann schien ihr Wachsthum gehemmt. Am besten von ihnen war *Botrytis*, allerdings nur submers, gewachsen. Dieser Pilz hatte auch die ganze Menge des Glycosides verzehrt, was bei den 3 anderen nicht der Fall war. — Alle gaben nach 5 Tagen mit Ferrichloridlösung blauviolette Färbung. Bei *Penicillium glaucum* fiel es mir auf, dass dasselbe nach 4 Tagen starke Zuckerreaction und keine Färbung mit Ferrichlorid gab, nach 8 Tagen jedoch starke Blauviolettfärbung, die auf Zusatz von Chloroform nicht verschwand. Zucker war jetzt nicht mehr nachzuweisen.

Die Entwicklung der Sporen genannter Schimmelpilze auf reiner, unvermischter Salicinlösung war eine äusserst dürftige, sodass naturgemäss der grösste Theil des Glycosides unzersetzt bleibt. Ein wenigstens ganz kleines Mycel hatten aber alle Pilze entwickelt, wenn auch einige nur submers.

Interessantere Aufschlüsse gaben die Culturen von

Mucor stolonifer.

In seinem Verhalten gegen Salicinlösung zeigten meine Culturen dieses Pilzes viele Aehnlichkeit mit denen von *Asperg. Oryzae.*

Auch bei *Mucor stolonifer* trat jener charakteristische Salicylaldehydgeruch auf und auch sein Mycel welkte unter dem tödtenden Einflusse von Salicylsäure.

Ich hatte zu meinen Versuchen 2 Culturen gewählt: Die eine mit dünnem, noch nicht fructificirendem Mycel, das aber begann, sich in die Höhe auszudehnen; die andere mit starkem, gut entwickeltem, voluminösem, fructificirendem Mycel. Während der ersten Tage wuchsen die Mycelien beider Culturen recht gut; das schwächere fructificirte nach 2 Tagen.

Doch schon nach 3 Tagen begann die schwächere Cultur zu welken, während die stärkere gesund aussah. Nach 5 Tagen begann auch diese letztere einzufallen. Nach 5 Tagen war die schwächere, nach 8 Tagen die stärkere Cultur vollständig verwelkt. Einige Tage vorher hatte die schwächere Cultur deutlichen Salicylaldehydgeruch gezeigt. — Die Flüssigkeiten beider Culturen wurden nun chemisch geprüft. Beide zeigten deutliche Salicylsäurereaction, die der schwächeren jedoch nur sehr gering; dafür haftete dieser aber noch Salicylaldehydgeruch an. — Während das stärkere Exemplar alles Salicin gespalten und den Zucker

verzehrt hatte, hatte das schwächere Exemplar etwas Zucker und den grössten Theil Salicin nach 5 Tagen unverzehrt in der Flüssigkeit gelassen.

Auf 1 pCt. unvermischter Salicinlösung ausgesäete Sporen von *Mucor stolonifer* keimten nicht.

Schluss für Salicin.

Alle, zur Beobachtung herangezogenen Pilze hatten die Fähigkeit, Salicin zu spalten. Als Spaltungsproducte traten stets Zucker und Saligenin auf.

Die bei „Helicin" ausgesprochene Vermuthung: Pilzsecrete veranlassten eine Oxydation des abgespaltenen Benzolderivates — wurde mir bei meinen Versuchen mit Salicin eclatant bestätigt. Der bei einer *Asperg. Oryzae*-Cultur, sowie auch bei einer *Mucor stolonifer*-Cultur auftretende Salicylaldehydgeruch lässt darüber keinen Zweifel mehr aufkommen.

Für den Umstand, dass bei anderen Pilzen kein Geruch nach Salicylaldehyd auftritt, muss ich wiederum als Erklärung das bei Helicin Gesagte anführen: Dass nämlich Pilzculturen je nach Ernährung, Grösse und ererbter Anlage verschieden rasch die diesbezügliche Fähigkeit ausüben. Als Beleg für diese Annahme dient mir das Verhalten von *Mucor stolonifer* auf Salicinlösung (s. oben). Beim stärkeren Exemplar trat kein Geruch auf; dieses hatte — wie die angestellten Reactionen beweisen — das Salicin rasch gespalten und verarbeitet. Das schwächere Exemplar hingegen vermochte nur einen Theil des Salicins zu spalten und diesen nur langsam zu verzehren, daher konnte hier während mehrerer Tage Salicylaldehydgeruch bemerkt werden. — Dass auch das stärkere Exemplar vorübergehend Salicylaldehyd gebildet haben muss, geht aus der nach 5 Tagen auftretenden Anwesenheit von Salicylsäure hervor; diese konnte sich nicht anders bilden, als durch Oxydation aus Salicylalkohol zu Salicylaldehyd und darauffolgende Oxydation zu Salicylsäure. Möglich allerdings, dass sich dieser Process in einer Minute abspielte!

Salicin bietet uns ein schönes Beispiel dafür, wie einfach organisirte Pflanzen, wie es die Schimmelpilze sind, hochorganisirte Verbindungen allmählich verarbeiten: Von Salicin zu Salicylalkohol zu Salicylaldehyd zu Salicylsäure; und auch diese erleidet rasch Umsetzungen, welcher Art? — das lässt sich schwer verfolgen.

Der aus Salicin abgespaltene Zucker wurde von fast allen Pilzen recht rasch verzehrt. Darin steht Salicin in gewissem Gegensatze zu Helicin. Ich erkläre mir diese Verschiedenheit dadurch, dass die Bildung der Salicylsäure bei Salicin erst eine Zeitlang später eintreten kann, als bei Helicin, weil der Weg der Oxydation ein weiterer ist. Bei Helicin wird der Pilz durch bald sich bildende Salicylsäure in seiner Thätigkeit gehemmt und kann dann, krank oder gar getödtet, die dargebotene Glucose nicht verzehren. Bei Salicin hingegen verzehrt der Organismus den Zucker eher, als eine hemmende Beeinflussung seiner Thätigkeit durch Salicylsäure stattfindet. Dass auch bei Salicin nach einer

bestimmten Zeit die Thätigkeit des Organismus aufhören kann, zeigen die angeführten Beispiele von *Aspergillus Oryzae* und *Mucor stolonifer*.

Ist aber die Umsetzung des Salicylalkohols auf Grund grosser Mengen von Pilzabsonderungen eine sehr rasche, so wird auch die gebildete Salicylsäure so rasch wieder umgesetzt, dass sie nicht in Wirkung treten kann. Der Pilzorganismus bleibt in diesem Falle am Leben, wie es uns die *Aspergillus Wentii*-Culturen sowohl bei Salicin als auch bei Helicin zeigen.

An dieser Stelle möchte ich auf einen Satz der Puriewitsch-schen Arbeit[1]) zurückkommen, der bei Gelegenheit der Anführung von Salicinversuchen sagt, dass nach der Spaltung des Glycosides zuerst der Zucker als besserer Nährstoff und dann das Benzolderivat „vom Mycelium aufgenommen“ wird.

Nach meinen Erfahrungen muss ich einen wesentlichen Unterschied machen zwischen der Aufnahme von Zucker und von Salicylalkohol in die Pilzzelle. Während der Zucker als Glucose in die Zelle zu diosmiren vermag, muss das Benzolderivat erst eine Reihe von Umwandlungen erfahren, bevor es befähigt ist, in die Pilzzelle aufgenommen zu werden. Uebergangsproducte dieser Umwandlungen sind Salicylaldehyd und Salicylsäure, die beide extracellular gebildet werden. Eine Aufnahme des Saligenin in's Mycel des Pilzes fand bei meinen Versuchen nicht statt.

Auf 1 pCt. unvermischter Salicinlösung ausgesäete Sporen keimten nur bei einer kleineren Zahl von Schimmelpilzen, am besten wohl bei *Asperg. Wentii* und *Asperg. niger*. Auch bei diesen bestgewachsenen war die Entwicklung eine äusserst dürftige und wurde bald eingestellt.

Arbutin.

Dem Helicin und Salicin schliesst sich in seiner, das Wachsthum der Schimmelpilze schlecht beeinflussenden Wirkung das Arbutin an.

Arbutin ist das Glycosid des Hydrochinons, eines stark reducirenden Körpers, der bei seiner Oxydation in Chinon übergeht.

Lassen wir uns zunächst einige Schimmelpilz-Culturen beobachten, die auf peptonhaltiger Raulin'scher Flüssigkeit gezogen waren und auf 1 pCt. Arbutinlösung gesetzt wurden.

Aspergillus niger

wurde mit dünnem, aber stark fructificirendem Mycel auf 1 pCt. Arbutinlösung gesetzt, er zeigte nach 2 Tagen, ebensowenig nach 6 Tagen auch nur das geringste Wachsthum. Nach 9 Tagen war das Mycel noch ebenso, wie es am Tage des Umpflanzens ent-

[1]) Ber. d. d. bot. Gesellsch. 1898. Heft X.

wickelt war; die unter ihm stehende Flüssigkeit war geruchlos und gab starke Hydrochinon- und Zuckerreaction, von denen keins nach 3 weiteren Tagen verzehrt war.

Aspergillus Wentii

hatte ein gutes, eben erst fructificirendes Mycel, als es auf Arbutinlösung gesetzt wurde. Es wuchs auf dieser nicht, hatte vielmehr nach 7 Tagen ein welkes Mycel; es war ertödtet. Das angebotene Arbutin war nach Ablauf dieser Zeit anscheinend ganz in Zucker und Hydrochinon gespalten, ein Geruch war nicht zu bemerken.

Aspergillus Oryzae, Aspergill. glaucus, Penicillium glaucum wurden mit dünnem fructificirendem Mycel auf 1 pCt. Arbutinlösung gebracht. Das Wachsthum Aller kam dadurch sofort zum Stillstand; ihr Mycel hatte aber zuvor das Glycosid wenigstens zum Theil gespalten. Ob ganz? liess sich hierbei schwer feststellen, da alle starke Hydrochinon- und starke Zuckerreaction gaben. Es ist schwer, bei diesem Glycoside Zucker neben Hydrochinon zu unterscheiden, weil Hydrochinon an sich schon die Fehling'sche Lösung reducirt; an Farbenverschiedenheiten kann man — wenn auch nicht mit voller Sicherheit — erkennen, ob Zucker neben Hydrochinon vorhanden ist oder nicht.

Der einzige Schimmelpilz, der submers ein wenig gewachsen schien, war

Botrytis cinerea.

Er war mit gutem, aber submersem Mycel in Arbutinlösung gesetzt und zeigte nach 6 Tagen eine geringe Vermehrung seiner Mycelmasse. Die Flüssigkeit, in der er sich befand, gab nach 6 Tagen starke Zucker- und Hydrochinon-Reaction.

Im Gegensatze zu *Botrytis cinerea* sah

Mucor Mucedo,

der mit gutem, starkem, fructificirenden Mycel auf Arbutinlösung gesetzt war, nach 3 Tagen etwas verwelkt, nach 6 Tagen welk aus. Auch er hatte Arbutin in Zucker und Hydrochinon gespalten, verzehrte aber die Spaltungsproducte nicht.

Alsdann säete ich die Sporen von Schimmelpilzen auf 1% unvermischte Arbutinlösung aus. Nach 7 Tagen begannen die Sporen der meisten Pilze zu keimen, nach 14 Tagen wiesen sie ein ganz kleines Mycel auf. Ein emerses Mycel besassen nur *Aspergillus niger, Asperg. Oryzae* und *glauc.*, allerdings ein nur ganz kleines; die anderen Schimmelpilze wiesen nur submerse Mycelien auf. Nach Verlauf von 30 Tagen waren die Mycelien nicht grösser, als nach 14 Tagen.

Die Flüssigkeiten sämmtlicher Pilze zeigten mehr oder minder rothbraune Farbe, am meisten *Aspergillus Wentii, Oryzae* und *niger.* Diese Färbung rührt, meiner Ansicht nach, her von der Einwirkung von Ammoniak auf Hydrochinon. Das Hydrochinon entsteht durch Abspaltung aus Arbutin. Woher das Ammoniak stammt, lässt sich schwer sagen. Vielleicht ist es ein Stoffwechsel-

product der Pilze, vielleicht auch reicht der minimale Ammoniakgehalt der umgebenden Luft aus, die Reaction hervorzurufen.

Meine Ansicht, dass die Färbung der Pilzflüssigkeiten von einer Einwirkung von Ammoniak auf Hydrochinon herrühre, wurde bestärkt durch die Thatsache, dass die Flüssigkeiten jener Pilze die stärkste Hydrochinon-Reaction aufwiesen, deren Färbung am meisten rothbraun war.

Nach weiteren 8 Tagen entströmte den Kolben der 3 Pilze, die die stärkste Hydrochinon-Reaction aufgewiesen hatten, ein unangenehmer, an Pferdestall erinnernder Geruch. Dieser Geruch kann nur ausgegangen sein von Chinon, welches mittlerweile aus Hydrochinon oxydirt worden war.

Man wird fragen, warum denn nicht Chinongeruch bei den peptonhaltigen Raulin-Culturen bemerkbar gewesen sei? Der Grund ist folgender:

Bei den Raulin-Culturen wurde die ganze Menge Arbutin innerhalb kurzer Zeit gespalten. Die grosse Menge Hydrochinon, die sich so bildete, brachte das Wachsthum der Pilze sofort zum Stillstande, wenn nicht gar der Tod eintrat, und deshalb konnte eine Absonderung von Oxydation veranlassenden Körpern nicht mehr erfolgen.

Anders bei jenen Culturen, die erhalten waren durch Aussäen von Pilzsporen auf unvermischte Arbutinlösung. Hier spaltete das minimale Pilzmycel nur ganz wenig Arbutin und verzehrte den Zucker — in Folge dessen Wachsthum des Pilzes! — Die Menge des gleichzeitig abgespaltenen Hydrochinons war zu gering, um vorerst die Entwicklung des Pilzes zu hemmen, wurde vielmehr durch Absonderungen des lebenden Pilzes zu Chinon oxydirt.

Nach einiger Zeit wurde dann das Wachsthum der Pilze ganz eingestellt; die grössten Mycelien waren nun fingernagelgross. Bei so kleinem Mycel darf es also nicht Wunder nehmen, dass der Chinon-Geruch nicht sehr intensiv auftrat.

Aspergillus Oryzae, der den Zucker nach 21 Tagen verzehrt hatte, gab nach 12 stündigem Stehen mit Emulsin starke Zuckerreaction ein Zeichen, dass selbst dieser bestgewachsene Pilz einen nur kleinen Theil Arbutin abgespalten hatte.

Schluss für Arbutin.

Aus dem eben Gesagten geht hervor, dass Arbutin im Grunde genomman ebenso auf die Schimmelpilze einwirkt, wie Helicin und Salicin.

Auch Arbutin wurde durch die Mycelien aller Pilze gespalten; der abgespaltene Zucker wurde, wenigstens von einigen Pilzen verzehrt; das andere Spaltungsproduct, Hydrochinon, wurde zu Chinon oxydirt.

Hier gaben uns diejenigen Culturen die besten Aufschlüsse, die erhalten wurden durch Aussäen von Sporen auf unvermischte Arbutinlösung. Ausgewachsene, auf Arbutinlösung gesetzte Mycelien wurden zu rasch getödtet, als dass sie den Umsetzungsprocess hätten verfolgen lassen.

War bei den beiden vorigen Glycosiden die durch Oxydation gebildete Salicylsäure die Ursache des Todes des Organismus des Pilzes, so war es hier das unmittelbare Spaltungsproduct des Arbutins, das Hydrochinon.

Dieses brachte auf Grund seiner Sauerstoff entziehenden Eigenschaft das Leben der Pilze sofort zum Stillstande.

Arbutin übertrifft noch die Giftwirkung von Helicin und Salicin, weil dort der Tod meist erst später, hier aber sofort eintritt.

Daher kommt es, dass Zucker sowohl, als auch Hydrochinon meist unverzehrt und nicht oxydirt in der Lösung bleiben im Gegensatze zum Verhalten von Helicin und Salicin, mit denen Arbutin die Giftwirkung gemeinsam hat.

Das Resultat meiner Arbeiten mit Arbutin läuft somit dem Ergebnisse des Puriewitsch'schen Versuches entgegen, der sagt: „Bei Spaltung von Arbutin durch das Mycel von *Asperg. niger* beobachtete ich nach 5—7 Tagen keine Silber-Reduction mehr; die Flüssigkeit liess nach dem Verdunsten keinen Rest übrig.“ Wenn auch, ebenso wie bei Einwirkung von Helicin und Salicin hinreichend kräftige Exemplare der Giftwirkung des Hydrochinon's besser widerstehen, als obige schwächere Culturen, so ist doch die Wirkung des Arbutin's auf Pilzmycelien eine mindestens ebenso ungünstige wie die des Helicins, geschweige denn die des Salicins.

Amygdalin.

Hatten wir es bisher mit Glycosiden zu thun, die den Tod des Pilzes herbeizuführen vermochten, so lernen wir jetzt im Amygdalin ein Glycosid kennen, welches ohne schädigenden Einfluss den Pilz zu ernähren vermochte.

Wiederum machte ich 3 Serien von Versuchen:

1. zog ich Pilzsporen auf einer Raulin'schen Nährflüssigkeit, der 1 pCt. Pepton und 5 pCt. Zucker zugesetzt war; die abgewaschenen, mehr oder minder gut gewachsenen Mycelien setzte ich dann auf 1 pCt. Amygdalinlösung;
2. impfte ich Sporen von Schimmelpilzen auf unvermischte 1 pCt. Amygdalinlösung;
3. säete ich die Sporen auf eine Lösung anorgan. Salze, die 1 pCt. Amygdalin enthielt.

Die Art der Behandlung war dieselbe, wie sie schon in einem früheren Abschnitte beschrieben steht.

Aspergillus niger,

mit gutem, starkem, zur Hälfte schwarzem Mycel auf 1 pCt. Amygdalinlösung gesetzt, wuchs gut und hatte nach Verlauf von 6 Tagen alles Amygdalin gespalten und die Spaltungsproducte verzehrt.

Ein dünnes, schwaches Mycel von *Asperg. niger*, welches soeben zu fructificiren begann, wurde ebenfalls auf 1 pCt. Amyg-

dalinlösung gesetzt; diese Flüssigkeit gab nach 5 Tagen ebenfalls weder Zucker-, noch Blausäurereaction, wohl aber starke Reaction nach 12stündigem Stehen mit Emulsin. Das schwächere Mycel vermochte also nur den kleineren Theil des angebotenen Glycosides zu spalten.

Bei beiden Culturen bemerkte ich starke Ammoniakreaction; ein Geruch nach Blausäure war an keinem Tage zu bemerken.

Die auf unvermischte 1 pCt. Amygdalinlösung ausgesäeten Sporen von *Asperg. nijer* keimten nach 4 Tagen, wurden nach 6 Tagen fertil und hatten nach 20 Tagen ein fingernagelgrosses, meist submerses Mycel entwickelt. Ein Wachsthum desselben fand nicht mehr statt.

Aehnlich verhielten sich die Sporen von *Asperg. niger*, die auf eine amygdalinhaltige Lösung amorgan. Salze gesäet wurden; nur entwickelten sie sich etwas schneller und besser, doch auch sehr mässig.

Bei beiden war der grössere Theil Amygdalin ungespalten geblieben.

Aspergillus Wentii

wurde mit gutem, noch nicht fructificirendem Mycel auf Amygdalinlösung gesetzt. Schon folgenden Tags begann der Pilz Sporangien zu treiben. Nach 7 Tagen war er bedeutend gewachsen und hatte die Amygdalinlösung umgewandelt zu einer stark ammoniakalischen Flüssigkeit, in der weder Zucker, noch Blausäure nachzuweisen war, und die nur ganz wenig noch ungespaltenes Amygdalin enthielt.

Die beiden, auf reine Amygdalinlösung und auf anorgan Salzlösung + Amygdalin ausgesäeten Sporen hatten sich in ähnlicher Weise entwickelt, wie bei *Aspergillus niger*.

Auch bei sämmtlichen *Asperg. Wentii*-Culturen war ein Geruch nach Blausäure nicht zu bemerken.

Von *Aspergillus Oryzae*

wählte ich 2 gleichgrosse und gleich entwickelte Mycelien und setzte das eine auf Wasser, das andere auf 1 pCt. Amygdalinlösung. Nach 2 Tagen hatte das Amygdalinmycel das auf H_2O befindliche im Wachsthum überholt.

Nach 3 Tagen zeigte sich bei der Amygdalin-Cultur Blausäuregeruch, nach 5 Tagen war der Geruch vollständig verschwunden und hatte einem ammoniakalischen Geruche Platz gemacht.

Nach 7 Tagen erntete ich beide Mycelien ein, das Amygdalinmycel wog 0,45 g, das der Wasser-Cultur nur 0,15 g. *Asperg. Oryzae* hatte, mit Amygdalin als einziger Nahrung, sein Mycel bedeutend vergrössert.

Die nach Entfernung des Mycels zurückbleibende Flüssigkeit gab weder Zucker-, noch Blausäure-, noch Amygdalinreaction, hingegen mit Bleiacetat einen weissen Niederschlag, der vielleicht durch Anwesenheit von Mandelsäure hervorgerufen wurde.

Auf unvermischte Amygdalinlösung gesäete Sporen von *Asperg. Oryzae* keimten und bildeten ein zwar kleines, aber emerses Mycel. Vom 10. Tage ab vergrösserte sich nur noch das submerse Mycel.

Die Spaltung des Amygdalin schien sprungweise vor sich zu gehen.

Nach 8 Tagen bemerkte ich ganz schwachen Blausäuregeruch, der nach 2 Tagen durch einen muffigen Geruch verdrängt wurde; eine Zuckerreaction erhielt ich nicht, wohl aber eine schwache Ammoniakreaction.

Nach 16 Tagen erhielt ich deutliche Zuckerreaction, jedoch keine NH_3-Reaction: Blausäuregeruch war nicht zu constatiren. Nach 21 Tagen trat wieder Blausäuregeruch auf; ich erhielt gleichzeitig starke Zucker- und deutliche NH_3-Reaction.

Es wird also bei diesem Versuche Amygdalin nicht auf einmal gespalten, sondern das kleinere Mycel scheint nach Kräften Amygdalin zu spalten, mit den Spaltungsproducten sein Mycel zu vermehren; dieses vergrösserte Mycel spaltet in unserem Beispiele ein weiteres Theil Amygdalin.

Ein Beispiel von nur einmaliger Spaltung des Amygdalins haben wir an

Penicillium glaucum.

Diesen Schimmelpilz setzte ich mit mässig gutem, nicht starkem Mycel auf 1 pCt. Amygdalinlösung. Das Mycel hatte sich nach 2 Tagen etwas vermehrt, gab starke Zucker- und gute NH_3-Reaction. Am folgenden Tag war die Zuckerreaction bedeutend schwächer. Amygdalin war noch reichlich vorhanden.

Während ich bei dieser Cultur nicht die Spur von Blausäuregeruch bemerken konnte, nahm ich bei einer Cultur, die erhalten war durch Aussäen von Sporen auf reine Amygdalinlösung nach Verlauf von 7 Tagen deutlichen Geruch wahr. Am 8. Tage war der Geruch süsslicher geworden und nach 10 Tagen vollständig verschwunden. Wir haben hier ein Beispiel dafür, dass Schimmelpilze, auf Amygdalinlösung gebracht, vorübergehend einen Blausäuregeruch veranlassen können. Bei hinreichend langsamer Entwicklung, wie sie vor sich geht, wenn Pilzsporen auf Amygdalinlösung ausgesäet werden, lässt sich dann der Blausäuregeruch mehr oder minder lange wahrnehmen.

Nach 10 Tagen hatte *Penicill. glaucum* ein starkes submerses Mycel entwickelt. Alles Amygdalin war gespalten und noch nach 16 Tagen war reichlich unverzehrter Zucker vorhanden. Ammoniak trat nach Verschwinden des Blausäuregeruches reichlich in der Flüssigkeit auf.

Die auf der anorgan. Salzlösung mit Amygdalinzusatz ausgesäeten Sporen keimten nach 3 Tagen; nach 5 Tagen stellte sich auch hier Blausäuregeruch ein, der am 6. Tage nur noch schwach und am 7. vollständig verschwunden war.

Hier haben wir, im Gegensatze zu *Asperg. Oryzae*, ein Beispiel dafür, dass das Pilzmycel einmal Amygdalin spaltet und

dann nicht wieder. Weder Blausäure-, noch Zuckerreaction stellten sich, einmal verschwunden, wieder ein.

Aspergillus glaucus

wurde mit dünnem Mycel auf Amygdalinlösung gesetzt. Dieser Pilz entwickelte sich langsam, aber sichtlich weiter; ein Geruch war nicht zu bemerken. Nach 10 Tagen erhielt ich gute Zucker-, aber keine Blausäurereaction; alles Amygdalin war gespalten.

Die auf Amygdalinlösung ausgesäeten Sporen von *Asperg. glaucus* keimten erst nach 14 Tagen und bildeten ein ganz minimales Mycel. Blausäuregeruch konnte ich nicht bemerken, doch erhielt ich schwache NH_3-Reaction.

Auf der mit anorgan. Salzen versetzten Amygdalinlösung entwickelten sich die Sporen schon nach 7 Tagen; ein nennenswerthes Mycel aber wurde nicht erhalten.

Botrytis cinerea

setzte ich mit ganz dünnem Mycel auf Amygdalinlösung. Nach 3 Tagen war schwacher Blausäuregeruch zu bemerken, der bis zum 5. Tage stärker wurde, dann wieder abnahm.

Nach 8 Tagen war *Botrytis* recht gut gewachsen; ein Blausäuregeruch war nicht mehr zu bemerken; auch gab die Flüssigkeit keine Zuckerreaction mehr.

Die auf 1 pCt. Amygdalinlösung ausgesäeten Sporen von *Botrytis cinerea* keimten nach 6 Tagen und entwickelten ein submerses, aber ziemlich grosses Mycel; Blausäuregeruch trat nur vorübergehend auf.

Die auf einer, mit anorgan. Salzen versetzten Amygdalinlösung gekeimten Sporen von *Botrytis cinerea* entwickelten ebenfalls nur submerses Mycel.

Nach 5 Tagen trat hier deutlicher Blausäuregeruch auf, der erst am 19. Tage schwächer wurde. Nach 21 Tagen war der Geruch verschwunden; die Flüssigkeit gab deutliche Zuckerreaction und ziemlich starke Amygdalinreaction. Es war also nur ein Theil des Amygdalins gespalten und von diesem nicht einmal der Zucker ganz verzehrt.

Auch *Monilia candida*

entwickelte sich gut, auf Amygdalinlösung umgepflanzt. Auch bei diesem Pilze trat wenigstens schwacher Blausäuregeruch auf.

Die auf reine Amygdalinlösung ausgesäeten Sporen entwickelten sich zu einem verhältnismässig recht guten Mycel. Bei diesem Pilze fiel mir die sehr starke Ammoniakproduction auf; Blausäuregeruch konnte ich bei dieser Cultur nicht constatiren, während bei der vorerwähnten Cultur wohl Blausäuregeruch, nicht aber NH_3-Reaction wahrgenommen werden konnte.

Aus diesen und vorausgehenden Versuchen schliesse ich, dass diese Verschiedenheit in den Reactionen seinen Grund darin hat, dass wir es hier mit 2 Phasen desselben Umsetzungsprocesses zu thun haben. Die

erste Phase charakterisirt sich durch Auftreten von Blausäuregeruch, die zweite durch Auftreten der NH_3-Reaction.

Zuletzt wollen wir das Verhalten von

Mucor stolonifer

Glycosidlösungen gegenüber beobachten.

Ein gut entwickeltes, stark fructificirendes Mycel dieses Pilzes wurde auf 1 pCt. Amygdalinlösung gesetzt. Folgenden Tags war ein deutlicher Blausäuregeruch wahrzunehmen, der sich gegen den vierten Tag hin noch bedeutend verstärkte. Nur das submerse Mycel des Pilzes vergrösserte sich

Am 5. Tage sah das emerse Mycel angewelkt aus. Die Flüssigkeit roch sehr stark nach Blausäure und gab starke Zuckerreaction.

Hier sehen wir, dass selbst die gut nährende Amygdalinlösung das Wachsthum von Pilzen ungünstig beeinflussen kann. Wodurch? — diese Frage muss ich offen stehen lassen; vermuthlich liegt der Grund darin, dass eine grössere Menge Cyanhydrin abgespalten wurde — der starke Blausäuregeruch der Flüssigkeit zeugte dafür —, das zu verarbeiten dem Pilze hinreichende Mengen von Absonderungen fehlten. Dieses Cyanhydrin, in grosser Menge vorhanden, wird die Wachsthum hemmende Wirkung ausgeübt haben, unterstützt durch die grössere Empfindlichkeit dieses Pilzes.

Auf unvermischte 1 pCt. Amygdalinlösung ausgesäete Sporen von *Mucor stolonifer* vermochten nicht zu keimen.

Schluss für Amygdalin.

Im Amygdalin lernten wir ein Glycosid kennen, das das Wachsthum der Pilze gut beeinflusste; eine Ausnahme hiervon bildete *Mucor stolonifer*, der auf Amygdalinlösung gebracht, verwelkte. Die Mycelien aller Pilze vermochten eine Spaltung des Amygdalins herbeizuführen. Der gespaltene Zucker wurde, wie bei den übrigen Glycosiden, verzehrt. Neben Zucker wurde aus Amygdalin Benzoylcyanhydrin $OH . CH < {C_6 H_5 \atop CN}$, kurz Cyanhydrin genannt, abgespalten. Dieser Körper war der Träger des häufig erwähnten Blausäuregeruches.

Unter dem Einfluss oxydirender Absonderungen des Pilzmycels wurde dieses Cyanhydrin — analog der Oxydation von Salicylalkohol oder = aldehyd zu Salicylsäure — zu Mandelsäure oxydirt unter gleichzeitiger Abspaltung von Ammoniak nach der Formel:

$$C_6 H_5 . CH . OH . CN + 2H_2 O =$$
$$C_6 H_5 CH (OH) COOH + NH_3.$$

So erkläre ich mir die Umsetzung des Amygdalins und habe als Beweise für meine Ansicht:

1. Die Analogie im Verlaufe des Processes mit den bei Helicin, Salicin und Arbutin kennen gelernten Umwandlungen;

2. Die Reihe meiner Versuche, welche den Blausäuregeruch stets vor dem NH_3-Geruch (oder vielmehr dessen Reaction) auftreten zeigten;
3. Das Auftreten von Blausäuregeruch beim Keimen von auf reine Amygdalinlösung gesäeten Sporen, auch wenn die Vollcultur Geruch nicht zeigte;
4. hat diese Art der Umsetzung, rein chemisch betrachtet, die grössere Wahrscheinlichkeit für sich, als die Ansicht von Puriewitsch. Einen Beleg für die Erklärung des letzteren, dass nämlich, analog der Einwirkung von Invertin auf Amygdalin, dieses in Glycose und Amygdalinsäure gespalten wird und diese weiterhin in Glycose und Mandelsäure zerfällt — habe ich nicht erhalten.

Puriewitsch führt als Beleg für seine Ansicht die Thatsache an, dass Schimmelpilze Amygdalin, welches durch Emulsin gespalten ist, also freies Cyanhydrin enthält, nicht verzehren.

Zur Erklärung dieses Umstandes muss man sich vergegenwärtigen, dass der Umsetzungsprocess des Amygdalins, bezüglich des Cyanhydrins, naturgemäss ganz anders verläuft, wenn die Spaltungsproducte quasi „in statu nascendi" verarbeitet werden können, wie wenn die durch künstliche Spaltung in grosser Menge producirten Spaltungsproducte dem Schimmelpilze angeboten werden. Und dass das Cyanhydrin nicht ganz unschädlich für den Organismus des Pilzes ist, sofern es in grösserer Menge vorhanden ist, lehrt uns das Beispiel von *Mucor stolonifer*.

Bieten wir also dem Pilze künstlich gespaltenes Amygdalin an, so übt erstens das Cyanhydrin einen hemmenden Einfluss aus auf die Thätigkeit des Pilzmycels und zweitens gehörte, angenommen, Cyanhydrin wirke durchaus nicht schädigend, ein sehr grosses Pilzmycel dazu, um soviel Stoffe abzusondern, wie hinreichend wären zur vollen Umsetzung des künstlich abgespaltenen Cyanhydrins.

Somit ist die Puriewitsch'sche Beweisführung hinfällig.

Gegen Puriewitschs Ansicht spricht ferner das Auftreten von Blausäuregeruch in allen den Fällen, wo der Process verlangsamt ist. So habe ich beim Aufsetzen meiner Pilze auf Peptonlösungen fast bei keinem derselben Blausäuregeruch bemerken können.

Als ich aber dieselben Pilze auf reiner Amygdalinlösung wachsen liess, trat dieser Geruch auf. Woher aber soll der Blausäuregeruch kommen, wenn Amygdalin sich in Amygdalinsäure und Glycose spaltet?

Dann auch spricht gegen die geäusserte Ansicht das Auftreten vom Ammoniak nach dem Auftreten des HCN-Geruches; wenn Puriewitschs Ansicht die richtige wäre, müsste sich Ammoniak sofort bilden.

Man könnte vielleicht annehmen, dass sich Cyanhydrin nur nebenbei bilde, während die Hauptmenge Amygdalin in Amygdalinsäure überginge; dieses halte ich aber schon darum für ausgeschlossen, weil ich verschiedene Male chemische Blausäure-

reactionen erhielt, die für einen Nebenprocess viel zu stark waren.

Mit meiner Ansicht kann auch das oben beschriebene Verhalten von *Mucor stolonifer* sehr wohl in Einklang gebracht werden, sowie auch die Thatsache, dass der Auszug der Schimmelpilze, zu Amygdalinlösung gegeben, stets Blausäuregeruch hervorruft.

Fehlt eben das lebende Mycel, so kann der Umsetzungsprocess nicht zu Ende geführt werden, sondern bleibt auf halbem Wege stehen, und der ganze Weg ist nach meinen Beobachtungen der:

1. Amygdalin wird gespalten in Glycose + Cyanhydrin (nicht Blausäure und Benzaldehyd);
2. Glycose wird allmälig vom Pilze in's Mycel aufgenommen;
3. Cyanhydrin wird unter Ammoniakabgabe oxydirt zu Mandelsäure;
4. die Mandelsäure wird weiter extracellular verarbeitet; wozu? — lässt sich kaum verfolgen.

Wie bei den drei erstgenannten Glycosiden, so machte ich auch hier die Beobachtung, dass das stärkere Mycel das widerstandsfähigere ist; auch spalteten die stärkeren Mycelien das Glycosid bedeutend rascher, als die schwächeren; ebenso wurden die Spaltungsproducte vom stärkeren Mycel bedeutend schneller verarbeitet, als wie es schwachen möglich war.

Coniferin, myronsaures Kalium, Saponin und Glycyrrhizin.

Wir kommen nun zu der Reihe jener Glycoside, deren Spaltungsproducte sich chemisch und physikalisch nicht mit voller Bestimmtheit nachweisen lassen, die daher meine durch die vorigen Glycoside erhaltenen Resultate vielleicht ergänzen, nicht aber mit beweisen können.

Bei einem derselben liess sich wenigstens das eine Abspaltungsproduct, die Glycose, mit Sicherheit nachweisen, nämlich beim

Coniferin

(vergleiche die beigefügten Tabellen XI und XII).

Coniferin zeigte sich als gutes Nährmittel für Pilze. Es nährte noch besser als Amygdalin; das zeigen vergleichende quantitative Analysen der Trockenmycelien, die für Amygdalin das Gewicht 2,9, für Coniferin 3,2 ergaben.

Was aus dem anderen Spaltungsproducte des Coniferin, dem Coniferylalkohol, wurde, lässt sich nicht sicher feststellen. Höchstens lässt der bei Coniferin-Culturen auftretende angenehm süssliche Geruch vermuthen, dass hier eine Oxydation des Coniferylalkohols zu Vanillin eingetreten ist; besonders deutlich trat dieser Geruch bei *Mucor stolonifer*-Culturen hervor.

Bei jenen Culturen von Schimmelpilzen, die mit gutem Mycel auf 1 pCt. Coniferinlösung gesetzt wurden, war das ganze Coniferin bald gespalten, der Zucker rasch verzehrt.

Auf 1 pCt. Coniferinlösung ausgesäete Sporen von Schimmelpilzen keimten meist schon nach 2 Tagen und entwickelten ein

zwar nur kleines Mycel, das aber die Fähigkeit besass, wenigstens etwas Coniferin zu spalten; das beweist die bei *Asperg. Wentii* auftretende starke Zuckerreaction.

Konnte bei Coniferin die Spaltung durch Schimmelpilze noch sicher nachgewiesen werden durch Auftreten der Zuckerreaction und durch die Reaction auf Coniferin, so war der Nachweis der Spaltung beim

myronsaurem Kalium

ungemein erschwert. Eine sichere Reaction auf myronsaures Kalium konnte ich nicht in Erfahrung bringen. Ebensowenig konnte Gegenwart von Zucker hier mit Sicherheit ermittelt werden, weil schon myronsaures Kalium an sich Fehling'sche Lösung in gewissem Maasse reducirt. Die in angefügten Tabellen genannten Reactionen auf Zucker sind mithin unsicher. Um wenigstens eine ungefähre Reaction auf myronsaures Kalium zu haben, dampfte ich die zu prüfende Flüssigkeit ein und schloss aus der Grösse des Rückstandes auf die Menge noch vorhandenen myronsauren Kaliums.

Einige Versuche, mit Culturen angestellt, die vorerst mit „Raulin" genährt und dann auf 0,5 pCt. myronsaurer Kalium-Lösung gesetzt waren, ergaben, dass noch ein reichlicher Rückstand vorhanden war. Ob dieser Verdampfungsrückstand nun myronsaures Kalium gewesen oder vielleicht abgespaltener Zucker oder auch aus dem Pilzmycel in die Flüssigkeit diosmirte organische Substanz, das konnte ich nicht feststellen.

Es blieb mir nun noch eine Möglichkeit übrig, um zu ermitteln, ob myronsaures Kalium durch Schimmelpilze gespalten wird oder nicht, nämlich die Sporen der Pilze auf reine, unvermischte 0,5 pCt. Lösung von myronsaurem Kalium auszusäeen. Diese Versuche ergaben, dass die Sporen aller in Untersuchung gezogenen Schimmelpilze keimten und die meisten ein ansehnliches, wenn auch kleines Mycel entwickelten. Da sehr reines myronsaures Kalium in Gebrauch genommen war, erscheint mir eine Ernährung durch Verunreinigungen des Präparates ausgeschlossen. Die Pilze konnten ihr Mycel nur aus dem angebotenen myronsauren Kalium aufbauen, mussten daher die Fähigkeit besitzen, dieses Glycosid zu spalten.

Diese Ansicht beweisend, trat bei manchen Culturen ein recht unangenehmer, zwar nicht deutlich Soufoel-artiger, aber doch daran erinnernder Geruch auf.

Ein solch' unangenehmer Geruch war, ausser bei Arbutin, bei noch keinem einzigen Glycoside aufgetreten, konnte also nur in der Spaltung von myronsaurem Kalium seinen Ursprung haben.

Ich möchte daher als Resultat meiner Versuche mit myronsaurem Kalium die Vermuthung nennen, dass Schimmelpilze selbst myronsaures Kalium zu spalten vermögen. An ausreichenden Beweisen, wie ich sie bei Helicin, Salicin, Amygdalin und Arbutin brachte, fehlt es mir hier aus den ge-

nannten Gründen; ich spreche daher auch nicht von einer Thatsache, sondern von einer „Vermuthung“.

Mit Saponin und Glycyrrhizin

angestellte Versuche brachten als Resultat die Thatsache, dass auch diese Glycoside von den Schimmelpilzen gespalten und verzehrt zu werden vermögen (S. Tabellen XV u. XVI). Diese beiden Glycoside wählte ich als Repräsentanten der Reihe der übrigen nicht reactionsfähigen Glycoside, um die Analogie dieser Glycoside mit den oben beschriebenen in ihrem Verhalten Schimmelpilzen gegenüber festzustellen. Hier jedoch lässt sich diese Analogie nur durch das Wachsthum der Pilze auf Glycosidlösung nachweisen, nicht oder selten durch Reactionen und zwar können — Glycyrrhizin als Beispiel angeführt — Reactionen auf Zucker nicht ausgeführt werden wegen der dunklen Farbe der Glycosidlösung, Reactionen auf andere Spaltungsproducte und deren Derivate nicht, wegen Mangels an scharfen Reactionen auf dieselben.

Schluss.

Zum Schlusse mögen die Resultate der vorliegenden Arbeit kurz zusammengefasst werden:

Auf die „Schlusssätze“ bei Besprechung der einzelnen Glycoside, deren Abtheilen angefügt, sei hier ausdrücklich hingewiesen; der Inhalt dieser Sätze kann hier nicht wiederholt werden. Es seien diesen Schlusssätzen im Folgenden nur noch einige allgemeine Bemerkungen angefügt.

Der Nährwerth der Glycoside als Nahrungsmittel für Schimmelpilze ist ein recht verschiedener. Quantitative Analysen der gleichalterigen, gleichgenährten, gleichbehandelten Trockenmycelien von *Aspergill. Wentii* nach 5tägigem Aufenthalte auf der betreffenden Flüssigkeit zeigten:

Auf destillirtem Wasser das Normalgewicht	1,00
„ Arbutinlösung	0,95
„ Helicin	1,6
„ Salicin	2,0
„ Amygdalin	2,9
„ myronsaurer Kalium-Lösung	2,9
„ Coniferin-Lösung	3,2
„ der ursprünglichen Raulin'schen Nährflüssigkeit verblieben, das Gewicht	6,0

Ein vollwerthiges Nährmittel war also — im Vergleich mit der Raulin'schen Nährflüssigkeit — keines der angewendeten Glycoside; jedoch muss man von den meisten Glycosiden sagen, dass sie Pilzen zur Nahrung dienen können.

Es lassen sich wesentliche Unterschiede bei der Ernährung von Pilzen durch Glycoside beobachten. Während man eine gute Vermehrung des Mycels bei Ernährung mit Amygdalin und myronsaurem Kalium, vor Allem bei Coniferin, bemerken kann, wurde dasselbe durch Arbutin, Helicin und Salicin gar nicht oder nur

sehr schlecht genährt. Letztere Glycoside nähren darum schlechter, als andere Glycoside, weil sie durch Bildung gewisser schädlicher Verbindungen das Wachsthum der Pilze zum Stillstand bringen oder gar den Tod des Organismus herbeiführen können. Der Tod des Organismus tritt erst ein, wenn eine hinreichende Menge des schädlichen Spaltungsproductes (Hydrochinon bei Arbutin, Salicylsäure bei Salicin und Helicin) auf das Mycel des Pilzes einwirken kann. Ein schwacher Organismus unterstützt diese Wirkung, ein kräftiges Exemplar arbeitet ihr entgegen.

Das Verhalten verschiedener Mycelien ein und desselben Pilzes gegen Glycoside ist verschieden nach Alter, Ernährung und ererbten Besonderheiten der Mycelien. So erzielt man durch Ernährung mit Pepton-haltigen Flüssigkeiten dünne, aber stark fructificirende Mycelien; bei Ernährung mit reichlichem Zucker hingegen starke, aber zunächst nicht fruchttragende Mycelien u. s. w. Es ist natürlich, dass die dünnen Mycelien der Pepton-Culturen empfindlicher gegen schädliche Einflüsse der Glycosidabspaltungen reagiren als die starken, Zucker genährten Mycelien. So kommt es, dass je nach der Ernährung ein recht verschiedenartiges Verhalten der Pilzmycelien Glycosiden gegenüber beobachtet werden kann, dass sogar die widersprechendsten Resultate erzielt werden können, wenn andere Umstände, wie verschiedenes Alter oder Besonderheiten der zur Impfung benutzten Muttercultur nicht in Betracht gezogen wurden. Richtig beobachtet aber, liefert uns diese Verschiedenheit im Verhalten den Schlüssel zur Erklärung der Umsetzungen der Glycoside durch die Schimmelpilze. So z. B. spaltet das stärkere Mycel — es ist, wie gehört, auch das wiederstandsfähigere — die Glycoside bedeutend rascher und verarbeitet die Spaltungsproducte schneller, als ein schwächeres Mycel; letzteres aber ist geeigneter, eben weil es langsamer spaltet und verarbeitet, die Phasen des Umsetzungsprocesses verfolgen zu lassen.

Die Phasen des gewöhnlich rasch erfolgenden Umsetzungsprocesses der Glycoside unter dem Einfluss von Schimmelpilzen lassen sich meist nur dann verfolgen, wenn Verhältnisse vorliegen, die es gestatten, die Umsetzung langsam fortschreiten zu sehen, so bei Versuchen mit schwachen Exemplaren oder bei der Keimung von Sporen auf unvermischter Glycosidlösung. In letzterem Falle jedoch wird der Process häufig nur begonnen, nicht zu Ende geführt, weil das Wachsthum der Pilze bei dieser unzureichenden Ernährung bald aufhört, mithin Absonderung umsetzender Agentien unterbleibt.

Der Gang der Spaltung und Verarbeitung aller Glycoside durch die aufgesetzten Schimmelpilze war derselbe bei allen in Untersuchung gezogenen Pilzen und Glycosiden.

Zunächst wird je nach der Menge der Pilzabsonderungen ein mehr oder minder grosser Theil des Glycosides gespalten in Glycose und Benzolderivat. Die Glycose wird verzehrt, vorausgesetzt, dass das Mycel gesund geblieben ist. Sie wird aber

garnicht verzehrt bei Arbutin, nur zum Theil bei Helicin und Salicin.

Gleichzeitig mit der Glycose wird das andere Spaltungsproduct, das Benzolderivat abgespalten. Dasselbe wurde als solches in den Fällen, die hinreichend scharf beobachtet werden konnten, nicht verzehrt. (Entgegen Puriewitschs Ansicht!)

Es trat vielmehr extracellular unter dem Einflusse von Absonderungen des lebenden Pilzmycels Oxydation dieses Spaltungsproductes ein. Hierfür wurden in vorstehender Arbeit zahlreiche Belege beigebracht. So sahen wir, dass *Aspergillus Oryzae* aus Salicinlösung Salicylalkohol abspaltete und denselben zunächst zu Salicylaldehyd, dann zu Salicylsäure oxydirte. Wozu letztere verarbeitet wird, konnte nicht ermittelt werden; Thatsache aber ist, dass sie weitere Umsetzungen erfährt.

Tabelle I. **Helicin 1 %.**

Auf Raulin'scher Nährflüssigkeit, der 1% Pepton und 5% Zucker zugesetzt war, wurden die Pilze gezogen und dann, nach dreimaligem Abspülen der Unterseite ihres Mycels mit steryl. dest. Wasser auf 25 ccm 1% Helicinlösung gesetzt.

Name des Pilzes	Aussehen des Mycels beim Aussetzen	Aussehen nach 2 Tagen	Aussehen nach 6 Tagen	Reactionen der Flüssigkeiten nach 6 Tagen auf:					
				Farbe	Lacmus	Zucker	Salicylaldehyd	Salicylsäure	Nach 12stnd. Stehen mit Emulsin
Aspergill. niger	kleines, dünnes, aber gut fructific. Mycel	Wachsthum schien sistirt, stark. Geruch	nicht mehr gewachs. mässiger Geruch	gelb	schwach sauer	stark	stark	nicht	—
Aspergill. Oryzae	dünnes, gutes Myc., das kaum fructific.	nicht sichtlich gewachs., stark. Geruch	nicht gewachs., welk, starker Geruch	rosa	sauer	stark	stark	schwach	—
Aspergill. Wentii	gutes, stark., bereits fructific. Mycel	nicht sichtbar gewachs., aber gesund	gutes normales Aussehen, kein Geruch	gelb	sauer	ganz schwach.	nicht	nicht	nicht
Aspergill. glauc. schwach	volles, aber dünnes Mycel	nicht gewachsen	nicht gewachsen, geruchlos	hell	ganz schwach sauer	deutlich doch nicht stark	nicht	nicht	starke Zuckerreact. deutl Geruch
Aspergill. glauc. stark	kleines, ab. starkes Mycel	nicht gewachsen	nicht gewachsen	—	sauer	nicht	nicht	deutlich aber schwach	gute Zuckerreaction und Geruch
Penicill. glauc.	dünnes, nicht fruct. Mycel	nicht gewachsen	nicht gewachs., welk. starker Geruch	gelb	ganz schwach sauer.	stark	stark	nicht	—
Monilia candida	dünnes, gutes, nicht fructific. Mycel	nicht sichtbar gewachsen, Geruch	etwas gewachsen, kein Geruch	röthlich gelb	stark sauer	sehr stark*)	schwach	nicht	stärkerer Geruch*)
Mucor Mucedo	gutes fructific. Mycel	gut erhalten	etwas zusammengefallen	—	sauer	gut	nicht	undeutl.	—
Mucor stolonifer	gutes, starkes, hoch fructific. Mycel	schien etwas eingefallen, kein Geruch	stark zusammengefallen, kein Geruch	—	nicht	nicht	nicht	deutlich	nicht

*) Nach 3 weiteren Tagen keine Zuckerreaction und kein Geruch.

Tabelle II. Helicin 1 %.

Als Nährflüssigkeit für meine Pilze diente eine Mischung von 5 ccm 5% Helicinlösung und 20 ccm der „Lösung anorganischer Salze“, auf die die Sporen der Pilze ausgesäet wurden; einzige Kohlenstoffquelle war also Helicin.

Name des Pilzes	Makroskop. Keimung	Mycel fertil	Aussehen nach 30 Tagen	Reactionen auf: Blausäure-geruch	Zucker nach 14 Tag.	Zucker nach 21 Tag.	Salicyl-aldehyd	Helicin unzersetzt (mitEmulsin)
Aspergill. niger	nach 12 Tagen	submers emers nach 15 Tagen	kl.submers.Mycel.emers. Mycel minimal, gewelkt	stark	gut	gut	gut	—
Aspergill. Oryzae	nach 6 Tagen	submers	gutes submerses Mycel	nach 13 Tagen deutlich	gut	stark	stark*)	—
Aspergill. Wentii	nach 4 Tagen	nach 6 Tagen	verhältnissmäsig volles emerses Mycel	keiner	nicht	nicht	nicht	gut
Aspergill. glauc.	nach 14 Tagen	submers	ganz kleines submerses Mycel	nicht	nicht	nicht	nicht	sehr stark
Botrytis cinerea	nach 4 Tagen	submers	gutes submerses Mycel	nach 5 Tagen bleibend. Geruch	sehr stark	stark	stark*)	—
Penicill. glauc.	nach 4 Tagen	submers	kleines submers. Mycel	deutlich, bleibend	stark	stark	stark*)	—
Monilia candida	nach 6 Tagen	submers	submers. Mycel; minim. emerses Mycel	nicht	deutlich	schwach	nicht	gut
Phycomyces nitens	nach 20 Tagen	submers	kleines submers. Mycel	nicht	kaum	nicht	ganz schwach	sehr stark
Amylomyces Rouxii	nach 4 Tagen	submers	kleines submers. Mycel	schwach	kaum	kaum	nicht	sehr stark
Hevemonium	nach 10 Tagen	submers	minim. submers. Mycel	kaum	schwach	gut	ganz schwach	sehr stark

*) Salicylsäure war nicht nachzuweisen.

Tabelle III.

Helicin 1%.

Als einzige Nahrung für die nachfolgend genannten Pilze diente eine 1% Lösung von Helicin in destillirtem Wasser.

Name des Pilzes	Makroskopische Keimung	Aussehen nach 20 Tagen	Reactionen nach 20 Tagen auf:			
			Zucker	Salicylaldehyd	Salicylsäure	nach 12 stündigem Stehen mit Emulsin
Aspergill. Wentii	nach 3 Tagen	schwaches emerses Mycel	nicht	nicht	nicht	stark
Aspergill. glauc.	nach 12 Tagen	submers. Mycel schwach entwickelt. schw. Geruch	deutlich	nicht	nicht	stark
Penicill. glauc.	nach 3 Tagen	v. 7. Tage ab deutl. Aldehydgeruch, submers. Mycel	deutlich	nicht mehr, 10 Tage zuvor deutlich	nicht	stark
Amylomyces Rouxii	nach 12 Tagen	submerses Mycel	schwach	nicht	nicht	stark
Monilia candida	nach 12 Tagen	subm. auch kl. emers Mycel deutlicher Aldehydgeruch	deutlich	deutlich	schwach	stark

Alle übrigen Schimmelpilz-Sporen waren nicht angegangen; nach 20 Tagen wurde nochmals geimpft, doch auch jetzt kamen die Sporen keines dieser Pilze zur Keimung.

Zur Ergänzung dieser Tabelle dient Tabelle II.

Tabelle IVa.

Salicin 1%.

Auf Raulin'scher Nährlösung, der 1% Pepton und 5% Zucker zugesetzt war, wurden die Pilze gezogen und dann, nach dreimaligem Abspülen der Unterseite ihres Mycels mit destill. und steril. Wasser auf 25 ccm 1% Salicinlösung gesetzt.

Name des Pilzes	Aussehen des Mycels beim Aussetzen	Aussehen nach 2 Tagen	Aussehen nach 4 Tagen	Aussehen nach 6 Tagen
Aspergill. niger stark	gutes, dünnes Mycel, nicht fructificirend	gut gewachsen, fructific.	fructificirte stark	gut, nicht welk
Aspergill. niger, schwach	dünnes, papierartiges, nicht fructificirendes Mycel	gewachsen, begann zu fructificiren	kaum gewachsen	etwas welk
Aspergill. Oryzae	dünnes, doch gutes Mycel, kaum fructificirend	gewachsen	welkte langsam, aber sichtlich	verwelkt
Aspergill. Wentii	gutes, mässig starkes, fructificirendes Mycel	gut gewachsen, fructificirte stärker	gesundes, stark fructific. Mycel	vollkommen gesund
Aspergill. glauc.	papierdünnes, fructificirendes Mycel	war nicht sichtlich gewachsen	wenig gewachsen	nicht mehr gewachsen
Penicillium glauc.	zusammenhängendes, dünnes nicht fructificirendes Mycel	unverändert, gesund	wenig gewachsen	etwas gewachsen
Botrytis cinerea	gutes, mässig starkes, submerses Mycel	gewachsen	gut gewachsen	noch mehr gewachsen
Monilia candida	dünnes, schwaches, nicht fructificirendes Mycel	nicht gewachsen	kaum gewachsen	nicht sichtlich gewachsen
Mucor stolonifer stark	starkes hochragend fructificirendes Mycel	fructificirte stärker	fiel stark zusammen	gänzl. zusammengefallen. Salicylaldehydgeruch
Mucor stolonifer schwächer	gutes, dünnes Mycel, das zu fructificiren begann	gewachsen	gänzl. zusammengefallen, Salicylaldehydgeruch	ganz verwelkt

Reactionen vide umseitig.

Tabelle IVb.

Salicin 1⁰/₀. Fortsetzung.

Name des Pilzes	Reactionen der nach 6 tägigem Stehen abgegossenen Flüssigkeiten auf:							Besondere Reactionen
	Farbe	Lacmus	Zucker	Salicin (Rutilin)	Salicyl alcohol	Salicyl aldehyd	Salicyl-säure	
Aspergill. niger stark	hellgelb	stark sauer	nicht	keine	keine	keine	keine	nach 12 stünd. Stehen mit Emulsin keine Zuckerreaction
Aspergill. niger schwach	farblos	sauer	nicht	stark	deutlich	nicht	nicht	—
Aspergill. Oryzae	farblos	schwach sauer	nicht	stark	deutlich	gut	schwach ab. deutl	nach weiteren 2 Tagen waren die 3 Salicyl-Reactionen verschwunden
Aspergill. Wentii	hellgelb	sauer	ganz schwach	schwach	nicht	nicht	nicht	nach 12 stünd. Stehen mit Emulsin schwache Zuckerreaction
Aspergill. glauc.	hell	sauer	nicht	sehr stark	nicht	nicht	nicht	—
Penicillium glauc.	gelb	sauer	stark	stark	nicht	nicht	nicht	nach 4 weiteren Tagen war Zuckerr. verschw., jetzt deutl. Salicylsäure-R.
Botrytis cinerea	farblos	sauer	nicht	nicht	nicht	kaum	deutliche	—
Monilia candida	hell	schwach sauer	nicht	stark	gut	nicht	schwach	nach 12 stünd. Stehen mit Emulsin starke Zuckerreaction
Mucor stolonifer stark	gelblich	neutral	nicht	ganz schwach	—	nicht	eclatante Reaction	—
Mucor stolonifer schwach	gelblich	sauer	schwach ab. deutl.	stark	—	schwach	ganz schwach	—

Tabelle V. Salicin 2%.

Als einzige Nahrung für die nachfolgend genannten Pilze diente eine 2% Lösung von Salicin in destill. Wasser. Auf diese Lösung wurden die Sporen der Pilze ausgesäet.

Name des Pilzes	Makroskopische Keimung	Aussehen nach 10 Tagen	Aussehen nach 20 Tagen	Reactionen nach 20 Tagen auf:				
				Lakmus	Zucker	Saligenin	Salicin	auf Zucker, nach 12ständig. Stehen m. Emuls.
Aspergill. niger	nach 4 Tagen	kleines, submers. Mycel	daumengross, am besten entwickelt	neutral	deutlich	gut	stark	stark
Aspergill. Oryzae	nach 2 Tagen	submers., wenig emerses Mycel	ganz kleines emerses, besseres subm. Mycel	neutral	schwach	schwach	stark	stark
Aspergill. glauc.	nach 4 Tagen	sehr kleines, submerses Mycel	sehr kleines emerses, grösseres subm. Mycel	neutral	schwach	nicht	stark	stark
Penicillium glauc.	nach 4 Tagen	kleines emerses Mycel	kleines emerses, grösseres subm. Mycel	neutral	nicht	nicht	stark	stark
Thamnitium eleg.	nach 9 Tagen	submers	sehr kleines submerses Mycel	neutral	nicht	nicht	stark	stark
Aspergill. Wentii	nach 3 Tagen	subm. u. emers. Mycel, klein	etwas gewachsen	schwach sauer	nicht	nicht	gut	gut
Monilia candida	nach 3 Tagen	sehr kleines submerses Mycel	submers, ein wenig gewachsen	schwach sauer	nicht	nicht	stark	stark
Mucor spinosus	nach 3 Tagen	sehr kleines submerses Mycel	kaum gewachsen	sauer	nicht	nicht	stark	stark
Mucor Mucedo	nach 3 Tagen	kl. subm., kaum emerses Mycel	submers und emers, ein wenig gewachsen	schwach sauer	nicht	nicht	stark	stark

Tabelle VI.

Arbutin 1%.

Die Pilze wurden auf einer Raulin'schen Nährflüssigkeit gezogen, der 1% Pepton und 5% Zucker zugesetzt war, und dann, nach dreimaligem Abspülen der Unterseite ihres Mycels auf eine 1% Arbutinlösung gesetzt.

Name des Pilzes	Aussehen des Mycels beim Aussetzen	Aussehen d. Mycels nach 5 Tagen	Aussehen des Mycels nach 10 Tagen	Reactionen nach 8 Tagen auf:			
				Lacmus	Zucker	Hydrochinon	Nach 12 stnd. Stehen mit Emulsin
Aspergill. niger schwach	dünnes, stark fructificirendes Mycel	nicht gewachsen	nicht gewachsen, nicht gewelkt	stark sauer	stark	stark	—
Aspergill. niger stark	starkes, nicht fructificirendes Mycel	nicht gewachsen, nicht fructificirend	nicht gewachsen, nicht fructificirend	sauer	stark	stark	—
Aspergill. Oryzae	dünnes, gutes Mycel	wenig gewachsen	nicht gewachsen, eigenartiger Geruch	sauer	stark	stark	—
Aspergill. Wentii	gutes, ziemlich starkes, eben erst fruct. Mycel	nicht gewachsen	kümmerliches Mycel	stark sauer	stark	stark	—
Botrytis cinerea	mittelgrosses, submerses Mycel	kaum gewachsen	nicht gewachsen, eigenartiger Geruch	schw. sauer, nach 48 Std. neutral	gut	gut	—
Penicillium glauc.	ganz dünnes Mycel, fructificirend	nicht gewachsen	nicht gewachsen	neutral	gut	gut	—
Aspergill. glauc.	dünnes, schwach. Mycel, fructificirend	nicht gewachsen	nicht gewachsen	—	schwach	stark	gute Zuckerreaction
Mucor Mucedo	gutes, starkes Mycel	nicht gewachsen	nicht gewachsen, zusammengefallen	stark sauer	nicht stark	stark	—

Tabelle VII.

Arbutin.

Die Sporen nachfolgend genannter Pilze wurden ausgesäet auf eine 1% Lösung von Arbutin in destillirtem Wasser.

Name des Pilzes	Makroskopische Keimung	Aussehen nach 20 Tagen	Reactionen nach 20 Tagen auf:				
			Farbe	Ammoniak	Zucker	Hydrochinon	Arbutin
Aspergill. niger	nach 10 Tagen	minimales emerses und schwach submers. Mycel	röthlich	deutlich	deutlich	deutlich*)	stark
Aspergill. Cryzae	nach 7 Tagen	seit dem 7. Tage nicht mehr gewachsen	röthlich	ziemlich stark	schwach	schwach*)	stark
Aspergill. Wentii	nach 7 Tagen	kleines submerses Mycel	rothbraun	stark	deutlich	deutlich*)	stark
Aspergill. glauc.	nach 7 Tagen	ganz minimales emerses, kleines submerses Mycel	röthlich gelb	deutlich	keine	schwach	stark
Penicillium glauc.	nach 7 Tagen	ganz minimal. submerses Mycel	hellgelb	schwach	nicht	nicht	stark
Botrytis cinerea	nach 10 Tagen	ganz schwach. submers. Mycel	hellgelb	gut	nicht	nicht	stark

*) Zu bemerken ist, dass nach 20 Tagen ein unangenehmer, an Pferdestall erinnernder Geruch auftrat. (Vielleicht Chinon?)

Tabelle VIII.

Amygdalin.

Die Pilze wurden gezogen auf Raulin'scher Nährflüssigkeit, der 5% Zucker und 1% Pepton zugesetzt war und dann, nach dreimaligem Abspülen der Unterseite ihres Mycels, auf 25 ccm einer 1% Amygdalinlösung gesetzt.

Name des Pilzes	Aussehen des Mycels beim Aussetzen	Aussehen nach 6 Tagen	Reactionen der Flüssigkeiten nach 6 Tagen auf:					
			Lacmus	Zucker	Blausäure-geruch	Amyg-dalin	Ammon.	Mandel-säure?
Aspergill. niger stark	gutes, starkes, zur Hälfte schwarzes Mycel	stark gewachs., am 2. Tage schwacher HCN Geruch, am 6. Tage kein Geruch	sauer	keine	vorüber-gehend	nicht	gut	mit Bleiacetat, Trübung
Aspergill. niger schw.	dünnes, schwaches, eben erst fructific. Mycel	etwas, ab. wenig gewachs.	sauer	nicht	nicht	stark	gut	—
Aspergill. Oryzae	dünnes, aber gut entwick. Mycel, nicht fructific.	bedeutend gewachsen, schwacher HCN-Geruch, der verschwand	schwach sauer	nicht	schwach	nicht	deutlich	mit Bleiacetat, starke Trübung
Aspergill. Wentii	gutes, starkes, noch nicht fructificirendes Mycel	gut gewachsen	neutral	ganz schwach	nicht	schwach	stark	—
Aspergill. glauc.	schwaches, ganz dünnes Mycel	wenig, aber doch gewachsen	neutral	gut	nicht	stark	—	—
Penicillium glauc.	wenig gutes, nicht starkes, fructificirendes Mycel	wenig entwickelt	stark sauer	stark	nicht	stark	sehr stark, am folgend. Tage schwächer	mit Bleiacetat, keine Trübung
Botrytis cinerea	dünnes, aber nicht schw. submerses Mycel	gut gewachsen	sauer	nicht	nicht	nicht	—	—
Monilia candida	dünnes, schwaches Mycel	etwas gewachsen, schwacher HCN-Geruch	sauer	stark	nicht	gut	deutlich	—
Mucor stolonifer	gutes, starkes, fructific. Mycel	subm. Mycel, gewachsen, starker HCN-Geruch	—	stark	stark	schwach	deutlich	—

Tabelle IX.

Amygdalin.

Als Nährflüssigkeit für die Pilze diente eine Mischung aus 20 ccm anorg. Salzlösung mit 5 ccm einer 5% Amygdalinlösung; auf diese Mischung wurden die Sporen der Pilze ausgesäet.

Name des Pilzes	Makroskopische Keimung	Mycel fertil	Aussehen nach 20 Tagen	Reactionen der Flüssigkeiten nach 20 Tagen auf:				
				Blausäuregeruch	Lacmus	fr. Ammoniak	Zucker	Amygdalin
Aspergill. niger	nach 3 Tagen	nach 5 Tagen	grösstentheils subm., kleines emerses Mycel	nicht	ganz schwach sauer	stark	nicht	gut
Aspergill. Oryzae	nach 3 Tagen	nach 6 Tagen	submerses, wenig emerses Mycel	vom 6. bis 8. Tage schwach. Geruch	sauer	stark	nicht	gut
Aspergill. Wentii	nach 3 Tagen	nach 6 Tagen	verhältnissmässig gutes emerses Mycel	nicht	sauer	stark	nicht	gut
Aspergill. glauc.	nach 7 Tagen	nach 10 Tagen	fast nur submers. Mycel und dieses klein	vom 7. bis 8. Tage schwach. Geruch	sauer	schwach	nicht	stark
Botrytis cinerea	nach 3 Tagen	submers	mässig grosses subm. Mycel	v. 5. bis 19. Tage deutl. Geruch	stark sauer	nicht	nicht	deutlich
Penicillium glauc.	nach 3 Tagen	nach 9 Tagen	submerses, später wenig emerses Mycel	v. 5. bis 10. Tage Geruch	sauer	stark	nicht	stark
Amylomyces Rouxii	nach 3 Tagen	submers	minimales submerses Mycel	v. 5. bis 10. Tage schwach. Geruch	sauer	schwach	nicht	stark
Thamnitium elegans	nach 4 Tagen	submers	kleines submerses Mycel	v. 5 bis 18. Tage deutl. Geruch	sauer	deutlich	stark	stark
Phycomyces nitens	nach 5 Tagen	submers	mässiges submerses Mycel	nicht	sauer	schwach	schwach	stark
Hevemonium	nach 5 Tagen	submers	ganz kleines submerses Mycel	nicht	schwach sauer	kaum	nicht	stark

Tabelle X. **Amygdalin.**

25 ccm einer 1% Lösung von Amygdalin in destillirtem Wasser dienten als einzige Nahrung für die Pilze.

Name des Pilzes	Verhalten nach 4 Tagen	Verhalten nach 15 Tagen	Verhalten nach 30 Tagen	Blausäure Geruch	Reactionen auf Zucker: nach 8 Tagen	nach 15 Tagen	nach 20 Tagen	Ammoniak-Reaction nach 16 Tagen
Aspergill. niger	makroskop. Keimung	kleines emerses und submerses Mycel	kaum gewachsen	nicht	nicht	stark	nicht	gut
Aspergill. Orycae	makroskop. Keimung	klein. emerses, meist nur subm. Mycel	submers gewachsen	kaum	nicht	deutlich	stark	schwach
Aspergill. Wentii	makroskop. Keimung	klein. fertiles Mycel	submerses Mycel, gut gewachsen	nicht	nicht	stark	nicht	schwach
Aspergill. glauc.	nichts	ganz klein. emerses u. submerses Mycel	nicht gewachsen	nicht	nicht	ganz schwach	nicht	kaum
Botrytis cinerea	nichts	kl. submers. Mycel	submers, etwas gewachsen	kaum	nicht	schwach	deutlich	schwach
Penicill. glauc.	nach 3 Tagen makroskop. Keimung nach 4 Tagen fertil	etwas gewachsen	submers, ein wenig gewachsen	2 Tage über deutlicher Geruch	stark	stark	schwach	gut
Monilia candida	makroskop. Keimung	emerses u. submers. Mycel, klein	nicht gewachsen	ganz schwach	nicht	deutlich	schwächer	stark
Amylomyces Rouxii	makroskop. Keimung nach 3 Tagen	submmerses, sehr kleines Mycel	nicht gewachsen	nicht	nicht	ganz schwach	nicht	schwach
Thamnitium elegans	nichts	ganz klein. emerses u. submerses Mycel	nicht mehr gewachsen	nicht	nicht	kaum	nicht	nicht

Zu bemerken ist, dass bei allen Pilzen das Wachsthum so gering war, dass das Trockenmycel der bestgewachsenen nur Centigramme wog. — Die anderen Pilze, deren Sporen auf Amygdalinlösung gesäet waren, waren nicht angegangen.

Tabelle XI.

Coniferin.

Auf Raulin'scher Nährflüssigkeit, der 5% Zucker und 1% Pepton zugesetzt war, wurden die Pilze gezogen und dann, nach dreimaligem Abspülen der Unterseite ihres Mycels mit steril. destill. Wasser auf 25 ccm einer 1% Coniferinlösung gesetzt.

Name des Pilzes	Aussehen des Mycels beim Aussetzen	Aussehen des Mycels nach 6 Tagen	Reactionen der Flüssigkeiten nach 6 Tagen auf:				
			Farbe	Lacmus	Zucker	Coniferin	Nach 12stündig. Stehen mit Emulsin
Aspergill. niger	gutes starkes, fructificirendes Mycel	war gewachsen und schwarz geworden	gelb-bräunlich	sauer	nicht	nicht	nicht
Aspergill. Oryzae	gutes, aber noch wenig fructificirendes Mycel	gewachsen und stark fructificirend	röthlich	schwach sauer	nicht	nicht	nicht
Aspergill. Wentii	gutes, nicht fructificirendes Mycel	gut gewachsen, ganz fructificirend	hellgelb	ganz schwach sauer	nicht	schwach	keine Zucker-reaction
Aspergill. glauc.	schwaches, dünnes Mycel	gut gewachsen	gelblich	sauer	gut	gut	—
Botrytis cinerea	dünnes, submerses Mycel	bedeutend gewachsen	hellröthlich	schwach sauer	nicht	schwach	nicht
Penicillium glauc.	schwaches, dünnes Mycel	gut gewachsen	gelblich	schwach sauer	nicht	schwach	nicht
Monilia candida	dünnes, stark fructificirendes Mycel	sichtlich gewachsen	röthlichgelb	schwach sauer	stark	nicht stark	—
Mucor stolonifer	mässiges, eben erst fructificirendes Mycel	Vanillegeruch; ziemlich gewachsen, hochragende Sporangienäste gewelkt	gelb	stark sauer	schwach	nicht	nicht

Tabelle XII.

Coniferin.

25 ccm einer 1% Lösung von Coniferin in destillirtem Wasser dienten als einzige Nahrung für die Pilze.

Name des Pilzes	Makroskopische Keimung	Aussehen nach 10 Tagen	Aussehen nach 20 Tagen	Reactionen der Flüssigkeiten nach 20 Tagen auf: Geruch	Lacmus	Zucker	Coniferin
Aspergill. niger	nach 2 Tagen	ganz schwaches, submerses Mycel	schwach submerses, kaum emerses Mycel	nicht	schwach sauer	nicht	stark
Aspergill. glauc.	nach 2 Tagen	kleines, meist submerses Mycel	submerses Mycel, etwas gewachsen	angenehm süsslich	sauer	nicht	stark
Aspergill. Wentii	nach 2 Tagen	dünnes, emerses, nicht zusammenh. Mycel	Mycel emers, kaum mehr gewachsen	süsslich	stark sauer	stark	stark
Aspergill. Oryzae	nach 3 Tagen	ganz schwaches Mycel	schwaches submerses, kaum emerses Mycel	nicht	schwach sauer	nicht	stark
Penicillium glauc.	nach 2 Tagen	kleines Mycel	gutes submerses, kleines emerses Mycel	kaum	neutral	nicht	stark
Mucor Mucedo	nach 3 Tagen	kleines emerses und submerses Mycel	verhältnissm. stark. subm., ab. nur minim. em. Mycel	angenehm süsslich	schwach sauer	schwach	stark
Mucor spinosus	nach 3 Tagen	verhältnissmässig gr. submerses Mycel	submers, etwas gewachsen	süsslich	neutral	nicht	stark
Monilia candida	nach 2 Tagen	ganz gutes submerses Mycel	etwas gewachsen, nur submers	muffig	schwach sauer	nicht	stark

Tabelle XIII.

Myronsaures Kalium.

Auf Raulin'scher Nährflüssigkeit wurden die Pilze gezogen und dann, nach dreimaligem Abspülen der Unterseite ihres Mycels mit destill. Wasser, auf 10 ccm einer 0,5% Lösung von myrousaurem Kalium in destill. Wasser gesetzt.

Name des Pilzes	Aussehen des Mycels beim Aussetzen	Aussehen nach 6 Tagen	Reactionen der Flüssigkeit nach 6 Tagen auf:			
			Geruch	Lacmus	Zucker	Mysrousaures Kalium
Aspergill. niger	gutes, weisses, also nicht fructificirendes Mycel	Mycel fructificirte stark, schwarz, etwas gewachsen	an keinem Tage	sauer	nicht	wenig
Aspergill. Wentii	weisses, gutes, noch nicht fructificirendes Mycel	fructificirte gut, wenig gewachsen	an keinem Tage	schwach sauer	gut	etwas
Aspergill. Oryzae	gutes, starkes, kaum fructificirendes Mycel	war gewachsen und fructificirte gut	am 5. und 6. Tage übel	sauer	nicht deutl.	undeutlich
Aspergill. glauc.	gutes, aber nicht grosses Mycel	war sichtlich gewachsen	unangenehm	schwach sauer	nicht	nicht
Penicillium glauc.	gutes, fructific., aber nicht starkes Mycel	Mycel gewachsen, fructificirte stark	an keinem Tage	neutral	schwach	kaum
Monilia candida	gutes, starkes, halb fructificirendes Mycel	sehr stark fructificirend	an keinem Tage (muffig)	schwach sauer	undeutlich	—
Mucor Mucedo	gutes, kräftiges, z. T. fructificirendes Mycel	gewachsen und stark fructificirend	an keinem Tage	neutral	nicht	nicht?
Mucor spinosus	mässiges, wenig fructificirendes Mycel	subm. Mycel gewachsen, kl. emers. Mycel fructific. stark	an keinem Tage	schwach sauer	nicht deutl.	undeutlich
					Reactionen sind alle unsicher	

Tabelle XIV.

Myronsaures Kalium.

Einzige Nahrung für die Schimmelpilze war eine 0,5% Lösung von myronsaurem Kalium in destillirtem Wasser.

Name des Pilzes	Makroskopische Keimung	Aussehen nach 10 Tagen	Aussehen nach 20 Tagen	Reactionen der Flüssigkeiten nach 20 Tagen auf			
				Geruch	Lacmus	Zucker*)	myronsaures Kali. (durch Verdampfen)
Aspergill. niger	nach 4 Tagen	kleines submerses Mycel	kaum mehr gewachsen	schwach, unangenehm	sauer	nicht	stark
Aspergill. Wentii	nach 2 Tagen	kleines submerses und emerses Mycel	etwas gewachsen	unangenehm	sauer	nicht	stark
Aspergill. Oryzae	nach 2 Tagen	recht kleines submerses Mycel	submers, etwas gewachsen	nicht unangenehm	sauer	nicht	stark
Aspergill. glauc.	nach 3 Tagen	minimales emerses und submerses Mycel	wie nach 10 Tagen	schwach	neutral	nicht	stark
Penicillium glauc.	nach 3 Tagen	kleines submerses Mycel	nicht gewachsen	unangenehm	sauer	nicht	stark
Monilia candida	nach 2 Tagen	grösseres submerses und kleines emerses Mycel	noch gewachsen	unangenehm	stark sauer	deutlich	stark
Mucor Mucedo	nach 4 Tageu	subm., kaum emers. Mycel, unangenehmer Geruch	relativ gutes, submerses Mycel	unangen. Geruch verschwunden	schwach sauer	schwach	stark
Mucor spinosus	nach 5 Tagen	subm. Mycel relativ gross, unangenehmer Geruch	nicht gewachsen	unangenehm knoblauchartig	neutral	schwach	stark

*) Zucker-Reaction unsicher, mit einiger Wahrscheinlichkeit nur bei *Monilia candida* zu constatiren.

Tabelle XV.

Saponin.

Als einzige Nahrung diente den genannten Pilzen eine 1% Lösung von Saponin in destillirtem Wasser.

Name des Pilzes:	Makroskopische Keimung	Mycel fertil	Aussehen des Mycels nach 30 Tagen	Reactionen der Flüssigkeiten nach 30 Tagen auf Zucker	auf Saponin (mit verdünnter HCl.)
Aspergill. niger	nach 2 Tagen	nach 6 Tagen	relativ gutes, emers. u submers. Mycel, 1/4 der Oberfl. schwarz	nicht	stark
Aspergill. Oryzae	nach 2 Tagen	nach 8 Tagen	kleines emerses, gutes submeres Mycel	nicht	stark
Aspergill. Wentii	nach 3 Tagen	nach 6 Tagen	emers wenig, submers mehr gewachsen	nicht	stark
Aspergill. glauc.	nach 2 Tagen	nach 8 Tagen	wenig entwickelt	nicht	stark
Penicillium glauc.	nach 2 Tagen	submers	kleines emerses, grösseres submerses Mycel	nicht	stark
Botrytis cinerea	nach 5 Tagen	submers	etwas gewachsen, submers	nicht	stark
Monilia candida	nach 3 Tagen	submers	submers, ganz gut gewachsen	nicht	stark
Thamnitium elegans	nach 2 Tagen	submers	submers, etwas entwickelt	nicht	stark
Amylomyces Rouxii	nach 2 Tagen	submers	wenig entwickelt	nicht	stark
Hevemonium	nach 2 Tagen	submers	kaum gewachsen	nicht	stark

Tabelle XVI.

Glycyrrhizin.

Als einzige Nahrung diente den unten genannten Pilzen eine 1% Lösung von Glycyrrhizin in destillirtem Wasser.

Name des Pilzes	Makroskopische Keimung	Mycel fertil	Aussehen des Mycels nach 20 Tagen	Aussehen des Mycels nach 30 Tagen
Aspergill. niger.	nach 3 Tagen	nach 8 Tagen	submers gewachsen	noch etwas gewachsen
Aspergill. Oryzae	nach 3 Tagen	nach 8 Tagen	emerses und submerses Mycel, etwas gewachsen	etwas gewachsen
Aspergill. Wentii	nach 5 Tagen	nach 8 Tagen	etwas gewachsen	nicht mehr gewachsen
Aspergill. glauc.	nach 3 Tagen	nach 8 Tagen	submers, etwas gewachsen	nicht gewachsen
Penicillium glauc.	nach 3 Tagen	nach 8 Tagen	kaum gewachsen	nicht gewachsen
Hevemonium	nach 7 Tagen	submers	fast nicht gewachsen	nicht gewachsen
Monilia candida	nach 6 Tagen	nach 10 Tagen	submers verhältnissmässig gut gewachsen	submers, noch etwas gewachsen
Botrytis cinerea	nach 5 Tagen	submers	submerses Mycel ein wenig vergrössert	wie nach 20 Tagen

Reactionen auf Zucker konnten nicht ausgeführt werden wegen der dunklen Farbe der Lösung; die auf andere Spaltungsproducte nicht wegen Mangel an scharfen Reagentien.

Ueber eine merkwürdige blütenbiologische Anomalie.

Von

Anton J. M. Garjeanne

in Amsterdam.

Folgende Beobachtung dürfte genügend interessant sein, um, wenn auch Details mir noch fehlen, doch schon jetzt die Aufmerksamkeit der Blütenbiologen zu fesseln.

Auf einer Wiese hinter der Gartenbauschule in Aalsmeer (N.-Holland, unweit Amsterdam) blühten zahlreiche Exemplare von *Lychnis Flos Cuculi* L. im October zum zweiten Male. Als ich die sehr schön blühenden Pflanzen etwas genauer betrachtete, ergab sich, dass sich unter zahlreichen normalen proterandrischen Blüten auch solche vorfanden, welche homogam waren und sogar zwei, welche deutlich proterogynisch waren. Die normale Dichogamie war also gleichsam umgekehrt. Da die Witterung in den letzten Tagen so ungünstig war und also die Hoffnung auf Insectenbesuch von vornherein aufgegeben werden könnte, habe ich die Staubgefässe und Griffel mikroskopisch untersucht und auch einige Griffel künstlich bestäubt, wobei sich ergab, dass bei den proterogynischen Blüten der Griffel empfängnissfähig war, als sich die Pollenkörner noch nicht vollkommen entwickelt hatten. Die homogamen Blüten haben schon empfängnissfähige Griffel, wenn sich die Staubgefässe des äusseren Kreises geöffnet haben. Pollenkörner keimten auch in Zuckerlösung im hängenden Tropfen und konnte die Keimung unter dem Mikroskope verfolgt werden. Ich hebe diese Einzelheiten hervor, damit man ersehen kann, dass nicht nur scheinbar, sondern auch in Wirklichkeit Homogamie und Proterogynie bei den sonst proterandrischen Blüten sich vorfindet.

Da die Pflanzen zum zweiten Male Blüten trugen und dieselben sich also in einer Jahreszeit entwickelt haben, in der die Umstände von den normalen im April und Mai stark verschieden sind, ist vielleicht hierin die Ursache der Anomalie zu suchen.

Ich habe soviel wie möglich diese abnormen Blüten gesammelt und werde noch versuchen, keimfähige Samen zu erhalten, um im nächsten Jahre diese interessante Abweichung etwas genauer zu untersuchen. Obenstehendes ist also nur als eine kurze Mittheilung zu betrachten.

Druck von Gebr. Gotthelft, Königl. Hofbuchdruckerei, Cassel.

Untersuchungen über die Durchleuchtung von Laubblättern.

Von

Dr. L. Linsbauer (Pola).

I. Einleitung.

Wie der Titel vorliegender Untersuchung angiebt, habe ich die Absicht gehabt, die Durchleuchtung von Laubblättern zu studiren. Ich suchte vor Allem zu ermitteln, wieviel Licht durch ein bestimmtes Blatt hindurchgeht, wieviel Licht durch das Blatt zurückgehalten wird. Dieses nach der später zu besprechenden Methode gemessene und in Vergleich zum auffallenden Lichte gesetzte Lichtquantum ist für die Pflanze von grösster Wichtigkeit. Es steht z. B. in Beziehung mit zahlreichen Gestaltungs- und Lagenverhältnissen der Laubblätter und mit physiologischen Processen innerhalb derselben. Von all' den zahlreichen und mannigfachen, zum Theil noch gar nicht erkannten Wechselbeziehungen konnten im Folgenden nur einige wenige hervorgehoben werden, ohne dass es aber schon möglich gewesen wäre, in dieser Abhandlung sie auch nur annähernd in ihrem ganzen Umfange und erschöpfend zu behandeln. Ich behalte mir vor, diese und andere einschlägige Verhältnisse in der Folge noch näher zu untersuchen.

Bei der schon längst anerkannten Bedeutung des Lichtes für das pflanzliche Leben hat man natürlich darnach getrachtet, eine Methode der Lichtmessung ausfindig zu machen, was seine ausserordentlichen Schwierigkeiten hatte; und meist nur auf mehr oder minder ungenaue, zum Theil auch complicirte und unpraktische Art und Weise konnte man eine Schätzung der Lichtintensität nach ganz unmotivirt gewählten Lichteinheiten vornehmen. Es ist hier nicht der Ort, auf diese verschiedenen Versuche der Pflanzenphysiologen — von den zu rein physikalischen oder klimatologischen Zwecken verwendeten Methoden sehe ich ab — näher einzugehen. Nur aus historischem Interesse sei hier eine, wie ich glaube, ziemlich unbekannte Arbeit citirt, welche wohl als eine der ersten in Erkenntniss der Wichtigkeit fortlaufender Intensitätsbestimmungen eine eigene Methode bekannt giebt, nämlich U. Kreusler: Eine Methode für fortlaufende Messungen des Tageslichtes, und über deren Anwendbarkeit bei pflanzenphysiologischen Untersuchungen. (Landwirthschaftliches Jahrbuch von Nathusius und Thiel, VII. p. 566.)

Erst in neuester Zeit hat Wiesner eine einfache und handiche Messmethode in die Pflanzenphysiologie mit Erfolg eingeführt.

Was die Arbeiten selbst anlangt, welche die Beziehungen zwischen Licht und Pflanzenleben messend verfolgen, so giebt es darunter nur wenige, welche das im Innern der Gewebe vorhandene und allein wirksame Licht zu messen suchen. Man begnügte sich aus begreiflichen Gründen, die Intensität des auffallenden Lichtes zu ermitteln.*)

Bei der Untersuchung des durch ein bestimmtes Pflanzenorgan hindurchgegangenen Lichtes hat man naturgemäss zunächst namentlich die Qualität des Lichtes im Auge gehabt.

In Sachs bekannter Abhandlung über die Durchleuchtung verschiedener Pflanzentheile**) wird noch die einfachste qualitative Untersuchungsmethode angewendet. Das Hauptresultat seiner Studien lässt sich kurz dahin zusammenfassen, dass es die Strahlen von grösserer Wellenlänge sind, welche am tiefsten in die pflanzlichen Gewebe eindringen. Erst nach Einführung des Spectroskops war eine genauere Bestimmung der Farbe durch Angabe der Wellenlänge ermöglicht.

So wichtig schon das von Sachs gefundene Egebniss war, so konnte ein tieferes Eingehen in die hierhergehörigen Fragen erst dann erfolgen, wenn man ein Mittel besass, die Quantität, resp. Intensität des durch einen Pflanzentheil durchgelassenen Lichtes zu ermitteln. Mit blossen Schätzungen: „hell oder dunkel“ war der exact- physiologischen und ökologischen Forschung nicht viel gedient.

Als einer der ersten und wohl als der erste Botaniker, der sich mit der quantitativen Bestimmung des durch Pflanzentheile hindurchgegangenen Lichtes in umfassenderer Weise beschäftigte, muss N. J. C. Müller***) genannt werden. Seine Methode leidet aber an grosser Umständlichkeit und vor allem an dem Fehlen einer geeigneten Maasseinheit.

Nur dieser Mangel der Methode, der nicht sowohl dem Verf. als den unvollkommenen Hilfsmitteln seiner Zeit zuzuschreiben ist, trägt die Schuld, wenn der genannte Forscher in dieser Arbeit, welche schon die meisten auf die Durchleuchtung der Laubblätter bezugnehmenden Factoren berücksichtigt, trotz des grossen Aufwandes an Zeit und Mühe keine weiter verwerthbaren Maassangaben liefert, sondern mehr oder minder nur Gesichtspunkte angiebt, welche beim Studium der Durchleuchtung in Betracht kommen.

---

*) Ich muss hier bemerken, dass die folgenden Litteraturangaben keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben können, da es mir an meinem exponirten Aufenthaltsorte schwer oder auch unmöglich ist, die Litteratur, besonders der früheren Jahre, mir zu verschaffen.

**) Sachs, Ueber die Durchleuchtung der Pflanzentheile. (Sitzungsber. der k. Academie d. Wissensch. in Wien. XLIII. 1860.)

***) Müller, N. J. C., Ueber die Einwirkung des Lichtes und der strahlenden Wärme auf das grüne Blatt unserer Waldbäume. (Botanische Untersuchungen. I. 1877. p. 301—425.)

Was die Resultate seiner Untersuchungen speciell über die „Absorption“ der photographisch wirksamen, kurz ausgedrückt, der chemischen Strahlen betrifft, so will ich nur folgendes erwähnen. Müller stellt eine Reihe von Blättern auf, die er nach dem Grade ihrer Transparenz anordnet; allerdings ist diese Anordnung, wie er selbst angiebt, nur eine ganz beiläufige. Sie enthält auch keinerlei Maassangaben. Er fand ferner, dass ein lebendes Blatt eine grössere Lichtmenge durchlässt, als ein todtes derselben Pflanze. Eine interessante und wichtige Thatsache ist Folgende: Von zwei Fiederblättchen desselben Laubblattes, wovon das eine im Lichte blieb, während das andere 12 Stunden verdunkelt wurde, erwies sich letzteres als auffallend lichtdurchlässiger als ersteres.

Während es Müller nicht gelang, die Intensitäten unterhalb eines Blattes zahlenmässig zu bestimmen (mit Hilfe einer mit den Blättern zugleich copirten Scala konnte er nur die Reihenfolge der Helligkeitsunterschiede — für die stärker brechbaren Lichtstrahlen — ermitteln), gelang es Engelmann*) und Reinke**) unter Bezugnahme auf die bekannten Untersuchungen Vierordt's***), die fraglichen Intensitäten thatsächlich zu messen. Die absoluten Intensitätswerthe, welche nach ihrer Methode erhalten werden können, lassen sich mit meinen, im Folgenden wiederzugebenden Zahlenwerthen absolut nicht vergleichen und zwar zunächst wegen der totalen Verschiedenheit der Messmethoden. Während sich nämlich die genannten Forscher des Spectralphotometers bedienten, wendete ich die von Wiesner benutzte Methode der Lichtmessung an, welche eine wesentliche Vereinfachung der Bunsen-Roscoe'schen Methode der Photometrie darstellt. Näheres hierüber findet sich im nächsten Abschnitte. Wenn man die Zwecke, welche Engelmann und Reinke verfolgen, mit dem Thema, das ich mir gestellt habe, vergleicht, so wird man es ohne weiteres begreiflich finden, dass ich nicht jenen Grad von Genauigkeit anzustreben brauchte, wie die eben Genannten. Diesen war es um specielle Ermittlung der Beziehungen zwischen Absorption und Assimilation zu thun; sie hatten daher die „Absorption“ in den grünen Geweben, in der grünen Zelle zu messen; es kam in diesem Falle darauf an, die Lichtabsorption, beziehungsweise den Extinctionscoefficienten des Chlorophylls zu bestimmen. Ich hingegen wollte in erster Linie nur wissen, wieviel Licht durch ein ganzes Blatt hindurchgeht, um diese Lichtmenge mit der auffallenden in Verhältniss setzen zu können.

---

*) Engelmann, Untersuchungen über die quantitativen Beziehungen zwischen Absorption des Lichtes und Assimilation in Pflanzenzellen. (Bot. Ztg. 1884. No. 6. u. 7.)

**) Reinke, Photometrische Untersuchungen über die Absorption des Lichtes in den Assimilationsorganen. (Bot. Ztg. 1886. No. 9—14.)

***) Vierordt, Die Anwendung des Spectralapparates zur Photometrie der Absorptionsspectren und zur quantitativen chemischen Analyse. Tübingen, 1873. — Hier werden bereits einige Angaben über Lichtabsorption durch Blätter gemacht.

In wieweit aus den so erhaltenen Intensitätswerthen Folgerungen gezogen werden können, ist aus den folgenden Capiteln zu ersehen.

Ich will in dieser Vorarbeit auf die Litteratur nicht in's Einzelne eingehen und beschränke mich darum, bezüglich der mir am wichtigsten erscheinenden Hauptergebnisse der Arbeiten von Engelmann und Reinke nur Folgendes zu bemerken.

So findet Engelmann in zahlenmässiger Bestätigung des schon von Sachs ausgesprochenen Resultates, dass das absolute Minimum der „Absorption“ im äussersten Roth liegt; weiterhin nimmt die „Absorptionsgrösse immer zu, um im stärkst brechbaren Theile des Spectrums die absolut höchsten Werthe zu erreichen“. Zu erwähnen ist hier noch, dass Engelmann die Intensitätsverluste, welche durch Reflexion an den Grenzen verschiedener Medien im Blatte entstehen, nur gering anschlägt, wogegen sich jedoch Reinke ausspricht.

Dieser sucht speciell auch die Bedeutung des farblosen Gewebes für die „Absorption“ zu ermitteln. Allerdings dürfte nicht Jedermann seiner Art, den Betrag der Absorption durch die nicht-grünen Gewebe, beziehungsweise Zellen, dadurch zu bestimmen, dass er ein durch Alkohol getödtetes und entfärbtes Blatt dazu benutzte, ohne weiteres zuzustimmen geneigt sein. Reinke findet ferner, dass bei Anwendung eines nicht-grünen Petalums von *Chrysanthemum* die Absorption continuirlich vom rothen gegen das violette Ende des Spectrums steigt. Weiteres sucht der genannte Autor den „Extinctionscoefficienten“, d. h. den reciproken Werth der Schichtendicke, welche das Licht auf $1/10$ des ursprünglichen Betrages abschwächen würde, für den relativ sehr gleichartig gebauten Thallus von *Monostroma latissimum* zu ermitteln. Allerdings ist zu bemerken, dass dieser Thallus trotz seines gleichartigen Baues dennoch kein homogenes Gebilde ist.

Durch Subtraction des Extinctionscoefficienten (als Maass der „Absorption“) des durch Alkohol getödteten und entfärbten Organs von dem des lebenden und grünen erhält man, so calculirt der Verfasser, die Absorption, d. h. den Extinctionscoefficienten des Chlorophylls, für den Verlauf von dessen Absorption in den verschiedenen Spectraltheilen er auch eine Curve zeichnet, welche zwei Maxima der Absorption aufweist, eines im Roth (zwischen *B* und *C*), das zweite, kurz vor der Fraunhofer'schen Linie *F* beginnend und von hier allmählig gegen das Ultraviolett ansteigend. Dazwischen findet sich ein Minimum im Gelbgrün und im Grün.

Aus neuester Zeit stammen Versuche Griffon's*) über die Assimilation in Licht, das ein oder mehrere Blätter passirt hat. Er findet im Allgemeinen, dass unter einem Blatte, das von directem Sonnenlichte getroffen wurde, noch deutliche Assimilation stattfindet, hinter zwei Blättern aber in der Regel die Athmung

---

*) Griffon, L'assimilation chlorophyllienne dans la lumière solaire, qui a traversé des feuilles. (Revue générale de botanique. XII. 1900. No. 138—139.)

die Assimilation überwiegt. Ueber die Intensität des durchgestrahlten Lichtes ist aus der Arbeit nichts zu entnehmen.

Eine Arbeit Brown's*) enthält einige Zahlenangaben über die Menge des durch ein Blatt absorbirten Lichtes (Abschnitt II). Er findet, dass nur $^1/_2{}^0/_0$ der Gesammtenergie des auffallenden Lichtes zur Assimilation, ein grösserer zur Wasserverdunstung verwendet wird, während der grösste überhaupt nicht absorbirt werden soll, wenn directes Licht zur Verfügung steht. Verf. scheint aber diese Werthe nur erschlossen, nicht wirklich gemessen zu haben; und es macht, nach dem Referate den Eindruck, als hätte er unter Assimilation und Transpiration keine anderen Processe in's Auge gefasst, bei welchen Lichtabsorption in Betracht kommt. Leider habe ich jedoch die Originalarbeit mir nicht verschaffen können.

II. Methode.

Zur Bestimmung der Stärke des durch verschiedene Laubblätter hindurchgegangenen Lichtes benützte ich, wie gesagt, Wiesner's photometrische Methode**), über deren Einzelheiten ich mich hier nicht auszulassen brauche.

Für die speciellen Zwecke meiner Untersuchung sind aber gewisse Gesichtspunkte und Details zu erwähnen.

Zunächst handelt es sich mir bei derlei Messungen keineswegs um absolute Werthangaben; denn die Stärke des durch gelassenen Lichtes, in bestimmten Maasseinheiten ausgedrückt, muss, je nach der Intensität der auffallenden Strahlen, variiren. Für vergleichende Zwecke ist nur von Wichtigkeit die Bestimmung der relativen Helligkeit unter einem bestimmten Blatte, d. h. die Feststellung desjenigen Bruchtheiles des auffallenden Lichtes, welcher durch das Blatt hindurchgeht. Es ist also in jedem einzelnen Falle zu ermitteln der Quotient: $\frac{\text{Durchgelassenes Licht.}}{\text{Auffallendes Licht.}}$

Ich habe fast alle Bestimmungen im directen, senkrecht auffallenden Sonnenlichte ausgeführt, wozu mich verschiedene Gründe veranlassten. Einer derselben wird im V. Abschnitte besprochen werden. Ausserdem waren für erstmalige Messungen solche im Sonnenlichte einfacher durchzuführen und weniger zeitraubend, was für die Genauigkeit der Bestimmungen sehr von Vortheil ist.

Zur Intensitätsbestimmung diente mir das auch von Wiesner benutzte Vindabona-Celloidinpapier, zum Vergleiche ein künstlich hergestellter Farbenton***).

*) Brown, Adress to the Chemical Section of the British Association for the Advancement of Science. Dover 1899.

**) Wiesner, Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. I. (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissenschaften in Wien. 1893. Math.-naturw. Classe. CII. Abtheil. I.)

***) Für die gütige Ueberlassung desselben bin ich meinem verehrten früheren Chef und Lehrer, Herrn Hofrath Wiesner, zu bestem Danke verpflichtet.

Und nun zur eigentlichen Versuchsanstellung. Die Hauptsache bei den einzelnen Bestimmungen besteht darin, bloss dasjenige Licht auf das photographische Papier einwirken zu lassen, welches unmittelbar das zu untersuchende Blatt passirt hat, hingegen alles andere seitlich oder sonst wie einfallende Licht von dem lichtempfindlichen Präparate fern zu halten. Ich erreichte dies auf folgende einfache Weise. Ein photographischer Copirrahmen ohne Glaseinlage wurde dazu verwendet. Er besass einen zweitheiligen, innen mit schwarzem Sammet überzogenen Deckel, welcher durch zwei federnde Messingspangen niedergedrückt und festgehalten werden konnte. In dem Deckel wurden mehrere quadratische Ausschnitte angebracht, die Fläche eines jeden betrug einen Quadratcentimeter. An Stelle der photographischen Glasplatte (der Matrizze) wurde ein genau eingepasstes und geschwärztes Cartonstück gelegt; dasselbe hatte ebenso viele und gleichgrosse Ausschnitte wie der Deckel und von correspondirender Lage. Die zu untersuchenden Blätter oder Stücke desselben wurden nunmehr innen auf den geschwärzten Carton aufgelegt, sodass die grünen Spreitentheile allseits über die Ränder des quadratischen Ausschnittes vorragten, um alles seitlich einstrahlende Licht abzuhalten und nur solches Licht auf das präparirte Papier gelangen zu lassen, welches thatsächlich das Blatt durchstrahlt hatte. Auf diese Blätter wurde dann der zweitheilige Holzdeckel aufgelegt, der, etwa 9 mm stark, seiner ganzen Dicke nach von den eben erwähnten Ausschnitten durchsetzt war. Ueber diese Löcher (auf der Hinterseite des Deckels) wurden nun zwei Stücke Vindabonapapier gelegt (auf jede Hälfte, nicht auf jeden einzelnen Ausschnitt, ein entsprechend grosses Stück. Zu kleine Stücke Papier verschieben sich sonst zu leicht), nachdem man sich durch Hindurchblicken durch die Löcher noch einmal überzeugt hat, dass die eingelegten Blätter die ganze Fläche des Ausschnittes überdecken. Sodann wird noch ein passend zugeschnittenes, dünnes Holzbrettchen über das Papier gelegt und endlich das Ganze durch die Messingfedern niedergehalten. Ueber die Vorderseite des Copierrahmens wird ein eng anliegender, lichtdichter Cartondeckel geschoben, der erst im Momente der Exposition entfernt wird.

Die ganze Vorrichtung, welche ich Diaphanometer nennen will, wird hierauf in die Sonne gestellt und mit seiner Vorderfläche senkrecht auf die einfallenden Lichtstrahlen orientirt.

Die Dauer der Exposition kann beliebig genommen werden*). Einige Vorversuche ergeben die ungefähre Belichtungszeit, während welcher man die zur Bestimmung günstigsten Farbentöne erhält.

Die Verhältnisszahlen, welche die Intensitätsbestimmung liefert, sind aber nun nicht ohne weiteres hinzunehmen, sie entsprechen dem wirklichen Verhältnisse noch nicht, vielmehr muss für jeden

---

*) Am besten nicht zu lange, einerseits um stärkere Schwankungen des auffallenden Lichtes auf diese Weise zu vermeiden, andrerseits um ein bedeutenderes Welken der Blätter zu verhüten.

Apparat zuerst eine Constante bestimmt werden, mit der die gewonnenen Intensitätswerthe zu multipliciren sind. Es wirken nämlich directes Sonnenlicht und diffuses Tageslicht gleichzeitig ein. Letzteres lässt sicht selbstverständlich nicht eliminiren, kann aber nicht in seiner Gesammtheit auf das photographische Papier einwirken, da die relative Kleinheit der Ausschnitte und die Dicke des Deckels nur einen Bruchtheil desselben zur Wirkung gelangen lassen. Dieser Bruchtheil muss nun zunächst bestimmt werden, indem man ohne Einschaltung von Blättern und nur mit dem Papiere beschickt, den Apparat aufstellt und zugleich die ausserhalb derselben herrschende Gesammtintensität sowie — nach der gleich zu besprechenden indirecten Methode — die unterhalb eines Ausschnittes wirksame Lichtstärke ermittelt, woraus sich obiger Bruchtheil leicht berechnen lässt.

Lässt sich für erstere Intensität die Maassbestimmung nach der im Allgemeinen als bekannt vorausgesetzten Methode Wiesner's leicht und direct ausführen, so ist dies für letztere, wie schon angedeutet, genauer nur auf Umwegen, nämlich nach der ebenfalls von Wiesner*) eingeführten und benutzten indirecten Bestimmung möglich.

Auf eben diese Methode muss ich aber hier des Näheren eingehen, da sie für meine Messungen die einzig benützte ist**) und auch für ähnliche Untersuchungen vielfach verwendet werden muss.

Sie beruht auf der Giltigkeit der aus Wiesner's Arbeiten bekannten Grundgleichung $e_1 = i_1 \tau$ (wobei e_1 den erreichten Farbeneffekt oder -Ton, i_1 die wirksame Lichtstärke 1 in Bunseneinheiten und τ die Zahl der Secunden ist, während welcher photographisches Normalpapier der Lichtintensität i_1 ausgesetzt werden muss, um einen bestimmten Farbenton (e_1) hervorzubringen).

Muss man nun dasselbe photographische Präparat bei einer anderen Lichtintensität i durch t_1 Secunden belichten, um denselben Ton (e_1) wie oben zu bekommen, so gilt auch

$$e_1 = i\, t_1$$

und daher

$$i_1 \tau = i\, t_1,$$

woraus i_1 berechnet werden kann, wenn i, τ und t_1 bekannt sind. Es ist nämlich

$$i_1 = \frac{t_1}{\tau} \cdot i.$$

Es sollen nun etwa die unter vier verschiedenen Blättern herrschenden Lichtintensitäten nach dieser Methode bestimmt werden. Die vier verschiedenen Farbentöne, welche auf dem photographischen Papiere entstanden sind und den bezüglichen erst zu bestimmenden Lichtstärken i_1, i_2, i_3, i_4 während τ Secunden ausgesetzt waren, werden zunächst in einem dunklen Raume nach

*) Vgl. Wiesner, l. c. p. 12 u. 13.

**) Die directe Bestimmung, welche wohl auch möglich ist, würde in unnöthiger Weise derartige Untersuchungen erschweren, welche ohnedies schon in Folge ihrer Abhängigkeit von sonnigem Wetter ausserordentlich zeitraubend sind.

dem Grade ihrer Färbung angeordnet, links etwa mit dem lichtesten Tone beginnend, rechts mit dem dunkelsten aufhörend. In dieser Reihenfolge*) werden die vier Papierstreifen nebeneinander in einen Wiesner'schen Handinsolator**) eingeschoben. Links von dem lichtesten Streifen kommt ein frischer, noch unbelichteter Streifen Vindobonapapier, daneben ein graduirter, künstlicher Ton, etwa ein 10-er Ton. Nun wird an einem passenden Orte (bei horizontaler Lage) mit Hilfe des 10-er Tones die äussere Intensität des Lichtes $=i$ bestimmt. Es habe dabei t^{sec} gedauert, bis der (10-er) Ton erreicht wurde. Nun wird der frische Streifen weiter vorgezogen und die Secundenzahl ermittelt, welche nothwendig ist, um den lichtesten, dann den nächstdunkleren u. s. w., endlich den dunkelsten Ton zu erreichen. (Bei einiger Uebung lässt sich, unter Anwendung eines entsprechenden gelben Glases,***) mit demselben Streifen die Bestimmung für die gauze Serie von Farbentönen ausführen.) Wir erhalten hierfür die respectiven Zahlen t_1, t_2, t_3, t_4. Es ist anzurathen, zum Schlusse noch eine Bestimmung des Aussenlichtes mit dem künstlichen Tone vorzunehmen, um für die Berechnung das arithmetische Mittel der äusseren Intensitäten zu Grunde legen zu können. Bei stärkeren Schwankungen des Aussenlichtes ist es sogar nothwendig, vor und nach der Bestimmung eines jeden einzelnen Tones das Aussenlicht zu messen (wie ich das in den meisten Fällen nur zum Zwecke genauerer Intensitätsermittlung gethan habe, eine Aufgabe, die allerdings bei grösseren Serien viel Zeit in Anspruch nimmt). †)

Nunmehr schreitet man zur Berechnung des durch die einzelnen Blätter durchgelassenen Lichtes nach der eben gegebenen Formel, wobei folgende Ueberlegung leicht die Anwendbarkeit derselben erkennen lässt:

Das Papier wurde bei einer uns noch unbekannten Lichtstärke i_1 unter einem bestimmten Blatte durch τ Secunden belichtet, wobei es einen gewissen Farbenton (e_1) annahm. An einem passenden Orte, an dem die Intensität durch Benutzung des 10-er Tones sich als $i = \frac{10}{t}$ ergeben hat, dauert es aber t_1 Secunden, bis frisches photographisches Papier denselben Farbenton (e_1) angenommen hat. Es ist daher

$$i_1 \tau = i\, t_1 \; (= e_1)$$

woraus

$$i_1 = \frac{t_1}{\tau} \cdot i = t_1 \cdot \frac{i}{\tau}$$

folgt.

---

*) Der einfacheren Bezeichnung halber sei angenommen, dass diese Reihenfolge gegeben sei durch die Indices 1—4.

**) Abgebildet in Wiesner, Untersuchungen über das photochemische Klima von Wien, Cairo und Buitenzorg. (Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. 1896. p. 8.)

***) Wiesner, Photom. Unters. I. p. 15.

†) Auch zur Messung der auffallenden Lichtstärke ist es, der grösseren Genauigkeit halber, zu empfehlen, mehrere Bestimmungen vorzunehmen.

Hat man für eine Serie von Blättern, die in demselben Apparate alle gleich lang exponirt worden waren, die durchgelassenen Lichtstärken zu bestimmen, so beachte man, dass in diesem Falle $\frac{i}{\tau} = q$ constant ist, wenn alle Bestimmungen an demselben Orte, d. h. bei derselben Intensität gemacht werden, wodurch die Rechnung erleichtert wird. Demnach hätte man für die vier Blätter der Reihe nach die durchgelassenen Lichtmengen

$$i_1 = t_1 \,.\, q,\ i_2 = t_2 \,.\, q,\ i_3 = t_3 \,.\, q,\ i_4 = t_4 \,.\, q.$$

Nun handelt es sich noch um die Bestimmung des gleich Anfangs erwähnten Quotienten: $\frac{\text{Durchgelassenes Licht.}}{\text{Auffallendes Licht.}}$

War der Copierrahmen mit den Blättern einem senkrecht auffallenden Sonnenlichte von der Stärke $I = \frac{10}{T}$ ausgesetzt, so ist obiger Quotient für ein bestimmtes Blatt gegeben durch $\frac{\frac{t_1}{\tau} \,.\, i}{I}$ oder durch entsprechende Substitution $\left(\frac{10}{T} \text{ für } I, \frac{10}{t} \text{ für } i\right)$:

$$D = \frac{t_1 \,.\, T}{\tau \,.\, t} = t_1 \,.\, K,$$

wobei für dieselbe Beobachtungsreihe (siehe oben) $\frac{T}{\tau \,.\, t} = K$ constant ist.

Unter Berücksichtigung dieses Umstandes lassen sich auch für eine grosse Serie von Tönen die gesuchten Zahlen relativ rascher berechnen.

Diesen Quotienten D nenne ich die „Durchleuchtungsgrösse“. Ich sage absichtlich nicht „Absorptions“-Grösse oder -Faktor, da die Stärke des durch einen bestimmten Pflanzentheil hindurchgegangenen Lichtes nicht nur in Folge Absorption, sondern auch durch Diffusion und Reflexion eine Abschwächung erfährt.

Die Ermittlung der Durchleuchtungsgrösse ist also die erste Aufgabe der nachfolgenden Untersuchungen gewesen, um daraus dann weitere Schlüsse ziehen zu können.

Um es kurz zu wiederholen: Wenn es sich darum handelt, die Durchleuchtungsgrösse eines bestimmten Pflanzentheiles zu messen, so wird dieser im Diaphanometer unter den schon angegebenen Modalitäten exponirt, und zwar durch τ Secunden, wobei bei dem herrschenden Aussenlichte T Secunden erforderlich sind, um den Vergleichston (etwa Zehnerton) zu erreichen. Bei der hierauf folgenden indirecten Bestimmung sei das auffallende Licht von solcher Intensität, dass das photographische Papier in t Secunden den Vergleichston annimmt, und man brauche t_1 Secunden, damit unter diesen Verhältnissen unexponirtes Papier dieselbe Färbung erlange, wie das unter dem Blatte durch τ Secunden belichtete Papier.

Es war schon früher die Rede davon, dass die so gewonnenen Werthe mit einer für jedes einzelne Diaphanometer verschiedenen, aber für ein und denselben Apparat constanten Grösse (f) multiplicirt werden müssen, um die wahre Durchleuchtungsgrösse zu erhalten.

Ich habe bei meinen Durchleuchtungsversuchen, wie schon erwähnt, nicht die Absicht verfolgt, die Lichtabsorption durch das Chlorophyll zu bestimmen; für mich war der Hauptzweck, zu erfahren, wieviel Licht durch das Blatt einer bestimmten Pflanzenart hindurchgeht. Ich brauchte deshalb nicht ein möglichst homogenes Blatt aufzusuchen, wie es Reinke thun musste, für den ein vom Adernetze durchzogenes Blatt ganz unbrauchbar gewesen wäre. Ich sorgte nur dafür, die Mittelrippe und starke Secundärnerven zu vermeiden, schon aus dem Grunde, das Blatt sicherer, d. h. allseits fest anliegend, in den Apparat einlegen zu können. Im Uebrigen ist das Verhältniss zwischen Adernetz und Chlorophyllareal, auf das schon N. J. C. Müller hinwies, mit Rücksicht auf die Rolle, die jedes von ihnen bei dem Durchlassen oder Aufhalten des Lichtes spielt, erst genauer zu studiren. Und das Vermeiden der stärkeren Blattrippen erlaubte für die Folgerungen besonders des IV. Capitels eine bessere Vergleichbarkeit.

Schliesslich muss ich noch ganz ausdrücklich darauf hinweisen, dass die gewonnenen Zahlen nur die Durchleuchtungsverhältnisse mit Rücksicht auf die stärker brechbaren Strahlen des Sonnenlichtes zum Ausdrucke bringen. Meine Untersuchungen auch auf die Strahlen grösserer Wellenlänge auszudehnen wird meine zukünftige Aufgabe sein.

Es mag gestattet sein, zum Schlusse noch folgende Bemerkungen über meine Untersuchungen beizufügen. Die in denselben gewonnenen Zahlenangaben sind, der subjectiven Messmethode entsprechend, keine absoluten. Und ein zweiter Beobachter würde höchst wahrscheinlich abweichende Werthe gefunden haben. Die Differenzen zwischen den beiderseitigen Angaben liessen sich nur durch Ermittlung der zwischen den beiden Beobachtern geltenden persönlichen Gleichung vermindern oder beseitigen. Dieser Umstand erlaubt also zunächst keinen directen Vergleich der von zwei verschiedenen Personen gefundenen Intensitätswerthe. Jedoch sind die Durchleuchtungsgrössen, als Quotienten, nicht auf gleiche Weise hierdurch berührt, und gerade auf diese relativen Grössen kommt es hier hauptsächlich an. Ich will ferner nicht unerwähnt lassen, dass Jemand, der sich mit ähnlichen Beobachtungen befassen will, gut thut, sich vorher durch längere Zeit in derlei Messungen zu üben, um in der Handhabung der Methode und in dem Erkennen der richtigen Farbennuancen sich hinreichend einzuüben, was unentbehrliche Vorbedingung ist, um sichere Resultate zu erhalten.

III. Sonnen- und Schattenblätter.

Die erste Versuchsreihe wurde zu dem Zwecke angestellt, um zu erfahren, ob unter den Blättern einer Pflanze (Holzgewächs),

die sich in voller Sonnenbeleuchtung befanden, andere Lichtintensitäten zu beobachten sind — sei es grössere oder geringere — als unter solchen Blättern derselben Art, die im Schatten standen, oder ob etwa in beiden Fällen die Transparenz dieselbe Grösse erreichte.

Unter dem Diaphanometer wurden demnach unter den früher beschriebenen Vorsichtsmassregeln grössere Blattstücke oder auch ganze Blätter verschiedener Bäume und Sträucher dem Sonnenlichte bei senkrechtem Einfalle der Strahlen ausgesetzt.*) Bei der Auswahl der Versuchsblätter, die im Folgenden kurz als „Sonnenblätter", beziehungsweise als „Schattenblätter" bezeichnet werden, wurde darauf gesehen, solche Blätter zu erhalten, welche sich in so exponirter Lage am Strauche oder Baume befanden, dass sie einen sehr grossen Theil des Tages dem Sonnenscheine mehr oder minder ganz ausgesetzt waren; andererseits kamen solche Blätter in Verwendung, die von den directen Sonnenstrahlen nur sehr wenig oder gar nicht getroffen werden konnten.

In der Regel unterscheiden sich die „Sonnenblätter" von den „Schattenblättern" schon äusserlich in Grösse und Consistenz der Spreite, ferner namentlich in der Art, wie sich die Blattfläche ausbreitete, oder rollte und faltete, und z. Th. in dem Grade der Grünfärbung, resp. der Transparenz für das blosse Auge. Im Allgemeinen nämlich sind die in der Sonne erwachsenen Blätter kleiner, derber, ihre Spreiten mehr oder minder wellig verbogen oder in der Mittelrippe nach oben eingeschlagen**); hingegen sind die Spreiten der grösseren, zarteren „Schattenblätter" eben ausgebreitet. Auf die Structur der untersuchten Blätter wurde in dieser Abhandlung, welche nur als Vorarbeit zu betrachten ist, vor der Hand keine Rücksicht genommen. Entsprechend den Erörterungen über die hier angewendete Methode müssten die auf indirecte Weise gefundenen Werthe der im Diaphanometer auf das photographische Papier einwirkenden Lichtintensitäten noch mit einem für meinen Apparat constanten Factor multiplicirt werden, um die thatsächlich unmittelbar unter dem exponirten Blatte herrschende Lichtstärke zu ermitteln. Da aber für die Zwecke der Vergleichung, die ich ja hauptsächlich angestrebt habe, eine Aenderung der Verhältnisszahlen durch

---

*) Wenn eine solche Lichtlage seitens der Blätter unter natürlichen Verhältnissen auch nicht aufgesucht wird, so gibt es doch Fälle, wo das Sonnenlicht periphere Blätter unter einem rechten Winkel während einiger Zeit treffen kann. Dann werden sich diese Blätter so verhalten, wie meine Versuchspflanzen. Schattenblätter können nun freilich in eine derartige Lage unter normalen Verhältnissen nicht gelangen. Dagegen habe ich zu bemerken, dass vorliegende Untersuchungen zunächst nicht die Aufgabe haben, die Durchleuchtungsverhältnisse am natürlichen Standorte zu studiren, sondern nur die Frage zu beantworten trachten: wie verhalten sich Sonnen- und Schattenblätter gegenüber senkrecht auffallendem Sonnenlichte? Von diesem Standpunkte aus, der zum Zwecke der Vergleichbarkeit gewählt wurde, sind die folgenden Bemerkungen und Angaben aufzufassen. Vgl. auch Abschnitt I und V.

**) Vgl. damit u. A. die von Wiesner gegebene Charakteristik des pan- und des euphotometrischen Blattes. (Biolog. Centralblatt. XIX. 1899. No. 1).

Unterlassung dieser Multiplication nicht entsteht, so habe ich letztere nicht ausgeführt.

Ich lasse nun in alphabetischer Anordnung die Namen der untersuchten Pflanzen folgen, wobei die rechts danebenstehenden Zahlen angeben, wie gross die Lichtmenge ist, welche nach dem Passieren des betreffenden Blattes auf das photographische Papier eingewirkt hat. Genau genommen gibt dieser Zahlenwerth also noch nicht die thatsächliche „Durchleuchtungsgrösse“, sondern einen etwas geringeren Werth an, der jederzeit mit Zuhilfenahme des Factors f auf seine wirkliche Grösse berechnet werden kann.

Ich bemerke noch, dass ich es für vollständig ausreichend gehalten habe, die Zahlen, wie es in diesem Capitel auch durchwegs geschehen ist, (mit Berücksichtigung der Regeln des Berechnens mit unvollständigen Zahlen) abgekürzt auf 1 geltende Ziffer auszurechnen. Eine grössere Genauigkeit ist für meine Zwecke bei diesen ersten derartigen Messungen auch nicht nöthig, da es sich momentan nur um eine allgemeine Orientirung über die einschlägigen Verhältnisse handelt. Auf diese Weise werden individuelle Schwankungen gewiss viel weniger in die Wage fallen.

Bei einigen Blättern sind mehrere, durch eine Klammer verbundene Zahlen angegeben. Diese beziehen sich dann (wo nicht anders bemerkt wird), auf verschiedene Exemplare von Sonnen- oder von Schattenblättern; darunter steht das daraus berechnete Mittel verzeichnet.

Anmerkungsweise finden sich noch hier und da kurze Bemerkungen angefügt.

Um die Verlässlichkeit der gegebenen Zahlen zu demonstriren, will ich folgende Beispiele hervorheben. Von *Carpinus Betulus* wurden ein und dasselbe Schattenblatt zwei Male unter verschiedenen Beleuchtungsverhältnissen und bei abgeänderter Expositionsdauer copirt; dasselbe gilt von zwei verschiedenen Sonnenblättern von *Cornus sanguinea* (vergl. die Anmerkungen in der Tabelle). Trotzdem jeder der erhaltenen Töne zu einer anderen Zeit indirect bestimmt wurde, so stimmen doch trotz dieser Verschiedenheit der äusseren Umstände die Resultate für je zwei zusammengehörige Töne genau überein, was ebenfalls in der Tabelle ersichtlich ist.

Um jedem Missverständnisse vorzubeugen, bemerke ich ausdrücklich, dass die Zahlen der folgenden tabellarischen Uebersicht nur vorläufige Werthe darstellen, die bei Untersuchungen in grösserem Massstabe noch Aenderungen erfahren werden. Auch die Reihenfolge der nach ihrer Transparenz geordneten Blätter ist daher keine definitive.

Immerhin lassen sich aber auch jetzt schon gewisse Schlüsse mit Sicherheit ziehen.

Da ich selbst durch äussere Umstände verhindert war, mehr als einige wenige Sonnen- und Schattenblätter zu copiren, so unterzog sich mein Bruder Dr. Karl Linsbauer (Wien) der mühevollen und zeitraubenden Aufgabe, eine grössere Zahl derselben zu sammeln und zu copiren. Die Bestimmung der erhaltenen Töne wurde dann nachträglich von mir ausgeführt.

Name	Durchleuchtungsgrösse	
	d. Sonnenblattes.	d. Schattenblattes.
1. *Acer platanoides*	0·0008[1]	0·005[1]
2. *Berberis vulgaris*	0·003[2]	0·004[3]
3. *Carpinus Betulus*	0·003	0·006[4] 0·01[5] 0·01[6] Mittel 0·008
4. *Clematis Vitalba*	0·004	0·006
5. *Cornus sanguinea*	0·0003 0·0005 Mittel 0·0004 0·0001[7] 0·0001[8] Mittel 0·0001	0·003
6. *Crataegus monogyna*	0·001	0·01
7. *Crataegus oxyacantha*	0·0004	0·004
8. *Cytisus Laburnum*	0·0003	0·004[9]
9. *Evonymus europaeus*	0·005[10]	0·006[10]
10. *Fagus silvatica*	0·004[11] 0·005[12] 0·005[13] Mittel 0·0046	0·02[14]
11. *Fraxinus excelsior*	0·001[15]	0·005
12. *Ligustrum vulgare*	0·005	0·007 0·003 Mittel 0·005
13. *Lonicera Caprifolium*	0·005	0·005
14. *Quercus Robur*	0·006	0·003[16]
15. *Rhamnus cathartica*	0·003	0·008[17]
16. *Sorbus Aria*	0·002	0·007
17. *Tilia parvifolia?*	0·002[18]	—[18]
18. *Ulmus montana*	0·003	0·006 0·009 Mittel 0·0075
19. *Viburnum Lantana*	0·001	0·01 0·01 Mittel 00·1

[1]) Beide Blätter stammen von demselben Strauche.
[2]) Kurztrieb.
[3]) Kurztrieb aus demselben Waldinnern.
[4]) Aus dem Schatten desselben Strauches, von dem das Sonnenblatt stammt
[5]) Blatt eines Strauches aus dem Waldinnern.
[6]) Letzteres Blatt noch einmal gemessen.

(Die weiteren Anmerkungen siehe nächste Seite.)

Die hier mitgetheilten Zahlenwerthe erfordern nun eine eingehendere Erörterung.

Aus vorstehender Tabelle können wir zunächst die Thatsache feststellen, dass von den untersuchten Sonnenblättern die geringste Transparenz aufweist dasjenige von *Cornus sanguinea**) und von *Cytisus Laburnum* mit der Durchleuchtungsgrösse von dem abgerundeten Werthe 0·0003. Hingegen besitzt das Maximum der Transparenz das Sonnenblatt von *Quercus Robur*, nämlich 0·006, ferner das von *Evonymus europaeus*, *Fagus silvatica* und *Lonicera Caprifolium* mit 0·005.

Daraus folgt, dass unter den Versuchspflanzen ein Schwanken der Durchleuchtungsgrösse der Sonnenblätter bis zum Zwanzigfachen des kleinsten Werthes stattfindet; d. h. es gibt Sonnenblätter, welche bis zu zwanzigmal mehr Licht durchlassen, als andere.

Ordnet man die Sonnenblätter nach dem Grade der Transparenz, mit dem undurchlässigsten beginnend, so bekommt man etwa folgende Reihe:

Cytisus Laburnum	0·0003.
Crataegus oxyacantha, *Cornus sanguinea*	0·0004.
Ligustrum vulgare	0·0005.
Acer platanoides	0·0008.
Crataegus monogyna, *Fraxinus excelsior*, *Viburnum Lantana*	0·001
Sorbus Aria, *Tilia parvifolia?*	0·002
Berberis vulgaris, *Carpinus Betulus*, *Rhamnus cathartica*, *Ulmus montana*	0·003
Clematis Vitalba	0.004
Evonymus europaeus, *Fagus silvatica*, *Lonicera Caprifolium*	0·005
Quercus Robur	0·006.

Wenden wir uns den Schattenblättern zu. Als lichtdurchlässigstes finden wir das Blatt von *Fagus silvatica* (0·02), dem sich *Crataegus monogyna* und *Viburnum Lantana* (mit 0·01) anschliessen. Hingegen wird die geringste Lichtmenge (nur 0·003) bei *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare* und *Quercus Robur* angetroffen.

---

[7]) Intensiv rothgefärbtes Blatt von demselben Strauche, wie das Sonnenblatt 0·0003.

[8]) Dasselbe Blatt noch einmal gemessen.

[9]) Aus tiefstem Schatten. Die Blätter sind von ½—1 m hohen, jungen Bäumchen genommen.

[10]) Sonnen- und Schattenblatt von demselben Strauche.

[11]) Von einem Stocktriebe, gelbgrün.

[12]) Gelbgrün.

[13]) Vom Waldrande, wahrscheinlich nur von der Nachmittagssonne getroffen, daher noch schön grün.

[14]) Aus tiefem Schatten.

[15]) Olivengrün. Sonnen- und Schattenblatt von demselben Strauche.

[16]) Stocktrieb.

[17]) Sonnen- und Schattenblätter von demselben Strauche.

[18]) Stand zwischen Gestrüpp, vermuthlich der Morgensonne am stärksten ausgesetzt.

*) Von den rothgefärbten Sonnenblättern dieser Pflanze wird hier abgesehen; dieselben werden erst in einem folgenden Abschnitte behandelt werden.

Daraus ergibt sich aber das Resultat, dass bei den untersuchten Schattenblättern das Maximum der Durchleuchtung nur etwa 7mal grösser als das Minimum ist.

Zum bequemeren Vergleiche seien die untersuchten Schattenblätter in folgende Reihe zusammengestellt:*)

Pflanzen	Wert
Cornus sanguinea, *Quercus Robur*	0·003
Berberis vulgaris, *Crataegus oxyacantha*, *Cytisus Laburnum*	0·005
Acer platanoides, *Fraxinus excelsior*, *Ligustrum vulgare*	0·004
Clematis Vitalba, *Evonymus europaeus*	0·006
Sorbus Aria, *Ulmus montana*	0·007
Carpinus Betulus, *Rhamnus cathartica*	0·008
Crataegus monogyna, *Viburnum Lantana*	0·01
Fagus silvatica	0·02.

Interessant ist es, dass das transparenteste Sonnenblatt**) noch immer dreimal weniger Licht durchlässt, als das durchsichtigste Schattenblatt. Und das Verhältniss der durch das opakste Sonnenblatt hindurchgestrahlten Lichtmenge zu der unter dem undurchsichtigsten Schattenblatt vorhandenen ist sogar 1:10, während das lichtdurchlässigste Sonnenblatt doppelt soviel Licht hindurchlässt, als das allerundurchsichtigste Schattenblatt.

Um sich überhaupt einen Begriff zu machen, innerhalb welcher Grenzen die Durchleuchtbarkeit der verschiedenen Versuchspflanzen variirt, seien die beiden hier beobachteten Extreme zusammengestellt.***)

Das Maximum der Durchleuchtungsgrösse weist das Schattenblatt von *Fagus silvatica* auf, das Minimum hingegen findet sich beim Sonnenblatte von *Cytisus Laburnum.* Die betreffenden extremen Werthe sind 0,02 und 0,0003, deren Verhältniss rund 67 : 1 ist. Bezeichnet man die Lichtstärke unter dem *Cytisus*-Blatte von dem sonnigen Standorte mit 1, so lässt also das Buchenblatt aus dem Schatten circa 67 Mal so viel Licht durch.

Diese weitgehenden Schwankungen, welche noch nicht einmal die äussersten Endwerthe vorzustellen brauchen, beweisen jedenfalls, dass die Pflanzenwelt sich an ausserordentlich verschiedene und variable Lichtstärken anzupassen im Stande ist, und dass, wie etwa bezüglich der Wärme und Feuchtigkeit, so auch mit Rücksicht auf das Licht sich bei den diversen Pflanzenarten (innerhalb engerer Grenzen auch bei den Individuen) alle möglichen Grade des Lichtbedürfnisses oder der Fähigkeit des Schattens-, respective des Lichtertragens vorfinden.

Noch eine weitere Thatsache lässt sich aus unserer Tabelle entnehmen. Man kann im Allgemeinen a priori die untersuchten Holzgewächse in drei Kategorien eintheilen, je nachdem die

*) Wo mehrere Zahlenwerthe vorlagen, wurde das Mittel genommen.

**) Vergl. die Zusammenstellung weiter oben.

***) Noch geringere Grenzwerthe werden später angegeben werden.

Durchleuchtungsgrösse der Schattenblätter grösser, gleich oder kleiner als bei den zugehörigen Sonnenblättern ist. Die eben genannten, von vornherein denkbaren Möglichkeiten scheinen in der That realisirt zu sein, mit einer gewissen Beschränkung jedoch: Der Fall nämlich, dass das Sonnenblatt eine grössere Transparenz als das Schattenblatt derselben Pflanze besitzt, ist mir bloss ein einziges Mal vorgekommen, nämlich bei der Eiche (*Quercus Robur*). Ob das nur individuell oder allgemein für die Eiche zutreffend ist, werden weitere Bestimmungen zeigen. Es ist aber natürlich sehr leicht möglich, dass bei Ausdehnung der Messungen auf neue Arten von Holzgewächsen sich noch mehrere ähnliche Fälle werden auffinden lassen. Aber das scheint man schon jetzt vermuthen zu können, dass es solcher Beispiele verhältnissmässig wenige geben wird.

Völlige Gleichheit der Durchleuchtungsgrössen von Sonnen- und Schattenblättern zeigen die Zahlen für *Lonicera Caprifolium*; selbstverständlich ist diese Uebereinstimmung nicht als mathematisch genaue aufzufassen. Sie zeigt bloss an, dass die Transparenz des Sonnenblattes der genannten Pflanze mit der des Schattenblattes ziemlich übereinstimmen wird. Ein ganz ähnliches Verhältniss weisen die Berberitze (*Berberis vulgaris*), die Waldrebe (*Clematis Vitalba*), der Spindelbaum (*Evonymus europaeus*) auf.

In den allermeisten Fällen ist aber die Durchsichtigkeit der Schattenblätter, nach den gefundenen Zahlen zu urtheilen, deutlich bis beträchtlich grösser als bei dem zugehörigen Sonnenblatte. Und es ist dabei bemerkenswerth und muss hervorgehoben werden, dass selbst in den Fällen, wo mehrere Zahlenangaben für die eine oder die andere Blattform vorliegen, die Schwankungen innerhalb derselben Blattkategorie niemals so weit gehen, dass sie den Werth der zugehörigen anderen Blattgattung erreichen. Es kann also z. B. ein Schattenblatt verschieden transparent sein, es geschieht aber nicht, dass etwa der eine Schattenwerth grösser, der andere kleiner als der betreffende Sonnenwerth wird.

Die Richtigkeit dieser Bemerkungen springt noch deutlicher in die Augen, wenn wir die Zahlen der Tabelle in anderer Form darstellen.

Nehmen wir z. B. die Durchleuchtungsgrösse des Sonnenblattes vom Weissdorn (*Crataegus monogyna*) als Eins an, so bekommen wir als Verhältnisswerth für die Durchleuchtungsgrösse des Schattenblattes: 0,01 : 0,001 = 10. Das will sagen: Wenn die Intensität des Lichtes unter der Sonnenform des Weissdornblattes = 1 ist, so ist sie unter dem Schattenblatte zehnmal so gross.

Wenn von einer Pflanzenart mehrere Daten vorlagen, so wurde die Verhältnisszahl für jede derselben berechnet, so dass aus der folgenden Uebersicht für solche Fälle nicht nur der aus dem Mittel der Angaben berechnete, **fettgedruckte** Werth, sondern auch die untere und die obere Grenze der Verhältnisszahlen entnommen werden kann (so weit die Beobachtungen reichen).

Name.	Verhältnisszahl.	Name.	Verhältnisszahl.	Name.	Verhältnisszahl.
Acer platanoides	6·8	*Crataegus oxyacantha*	10	*Lonicera Caprifolium*	1
Berberis vulgaris	1·3	*Cytisus Laburnum*	13	*Quercus Robur*	0·5
Carpinus Betulus	2-2·7-3	*Evonymus europaeus*	1·2	*Rhamnus cathartica*	2·7
Clematis Vitalba	1·5	*Fagus silvatica*	4-4·5-5	*Sorbus Aria*	3·5
Cornus sanguinea	6-7·5-10	*Fraxinus excelsior*	3	*Ulmus montana*	2-2·5-3
Crataegus monogyna	10	*Ligustrum vulgare*	6-10-14	*Viburnum Lantana*	10

An diese Verhältnisszahlen lassen sich nun verschiedene Bemerkungen anknüpfen.

Wir sehen vor Allem ganz deutlich ausgeprägt die schon oben erörterten Beziehungen zwischen der Transparenz der Sonnen- und der zugehörigen Schattenblätter. Wir finden ferner, dass wir die Schattenblätter in eine continuirliche Reihe bringen können; von solchen Formen, welche mit den Sonnenblättern gleiche Transparenz haben, bis zu den durchscheinendsten kommen alle möglichen Uebergänge vor, ein Beweis für die grosse Verschiedenheit in der Anpassung an die in der Natur so mannigfach abgestuften Lichtwerthe.

Bei den Schattenblättern von *Carpinus Betulus* finden wir angemerkt, dass das eine aus dem Waldinnern stammt (p. 65, Anmerkung 5), während ein anderes von einem Strauche eines helleren Standortes genommen wurde. Ersteres hat die sehr beträchtliche Durchleuchtungsgrösse 0,01, letzteres nur mehr 0,006. Wo also der Schatten intensiver war, wird das Blatt transparenter. In genanntem Falle nähert sich die Durchleuchtungsgrösse des Schattenblattes des helleren Standortes auffallend der des Sonnenblattes (0,003). Und je mehr das Blatt dem Schatten entzogen ist, desto mehr wird seine Transparenz herabgesetzt, es wird nach seiner Structur, seiner äusseren Beschaffenheit und seiner Durchleuchtungsgrösse sich endlich ganz wie ein typisches Sonnenblatt verhalten.

Wir können demnach den Satz aussprechen: Je typischer ein Blatt als Schattenblatt ausgebildet ist, desto beträchtlicher ist seine Durchleuchtungsgrösse, desto durchscheinender wird es, innerhalb der für die betreffende Species möglichen Grenzen.

Selbstverständlich hängt dieses Ergebniss mit dem anatomischen Bau und der Consistenz des Blattes innig zusammen; Schattenblätter sind bekanntlich zarter als Sonnenblätter. Indess ist das oben ausgesprochene Resultat keineswegs von vornherein zu erwarten. Da nämlich die Schattenformen im Allgemeinen auch intensiver grün sind, so könnte man sogar das Gegentheil ver-

muthen, dass nämlich die Sonnenblätter mehr Licht durchlassen, als die correspondirenden Schattenblätter.

Dass dem nicht so ist, ist schon ein sehr wichtiger Fingerzeig dafür, dass dem farblosen Blattgewebe (d. h. das Blatt selbst mit Ausschaltung der specifischen Wirkung des Chlorophylls) bei dem complicirten Vorgange des Aufhaltens, beziehungsweise des Durchlassens der Sonnenstrahlen eine gewisse Rolle zugewiesen hat, von der im nächsten Abschnitte ausführlicher zu reden sein wird.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich auf eine Beobachtung Müller's zurückverweisen. Derselbe brachte ein Fiederblättchen einer gewissen Pflanze 12 Stunden in's Dunkle, ein zweites Fiederblättchen desselben Laubblattes beliess er im Lichte. Es ergab sich, dass das verdunkelte nunmehr viel transparenter geworden war und mehr Licht durchliess, als das im Licht befindliche; es verhielt sich diesbezüglich wie ein Schattenblatt zum Sonnenblatte. Die zwölfstündige Verdunklung hatte genügt, es gewissermassen in ein Schattenblatt zu verwandeln. Daraus geht aber hervor, dass ausser der ursprünglichen Structur und abgesehen von dem anfänglichen Chlorophyllgehalte noch andere Umstände, welche je nach den Beleuchtungsverhältnissen relativ rasche Veränderungen aufweisen, für die Transparenz eines Blattes von Bedeutung sind. (Man könnte dabei an die Assimilation der Kohlensäure und die Wirkung ihrer Producte auf die Transparenz denken.)

Zwei wichtige Fragen, die eine definitive Lösung durch die wenigen Daten dieser Vorarbeit nicht erfahren können, schliessen sich hieran.

Es sind das die Fragen, innerhalb welcher Grenzen die Durchleuchtungsgrössen bei einer uud derselben Art (resp. bei einem und demselben Individuum) schwanken können.

Bezüglich der Sonnenblätter liefert uns die Tabelle (p. 65) als Beispiele den Hartriegel und die Buche. Beim Hartriegel (*Cornus sanguinea*) bewegen sich die gefundenen Werthe zwischen 0,0003 und 0,0005. Nehmen wir hier (und im Folgenden) den kleineren Werth als Eins an, so wird der grössere ausgedrückt durch (rund) 1 · 7. Für die Buche sind die Schwankungen noch kleiner, wir erhalten nämlich bloss die Zahl 1 · 2; d. h. das durchscheinendere der zwei Buchenblätter ist nur 1 · 2 Mal transparenter als das andere.

Die grösste Differenz in der Durchleuchtungsgrösse der Schattenblätter hat der Liguster (1 : 2 · 3), während sie für die Ulme ausgedrückt wird durch das Verhältniss 1 : 1 · 5; und bei *Viburnum Lantana* zeigen zwei verschiedene Schattenblätter sogar denselben Werth.

Absolute Gleichheit sämmtlicher Sonnen- oder Schattenblätter einer bestimmten Pflanze in der Fähigkeit, Licht durchzulassen oder aufzuhalten, ist selbstverständlich nicht vorauszusetzen. Es würde diese Eigenschaft einer Anpassung an verschiedene Licht-

verhältnisse im Wege stehen. Somit sind gewisse Grenzen, innerhalb deren die Durchleuchtungsgrössen schwanken können, nothwendig. Und eine ausführlichere Untersuchung hat diese Grenzen für jede einzelne Species aufzusuchen.

Es lässt sich wohl schon jetzt die Vermuthung aussprechen, dass die Durchleuchtungsgrösse diverser Pflanzen specifisch verschieden, für dieselbe Pflanzenart aber innerhalb gewisser Grenzen constant sein wird, und dass Blätter derselben Species unter annähernd gleichen Lichtverhältnissen ceteris paribus auch denselben Grad von Durchleuchtbarkeit besitzen werden.

Dass auch individuelle Schwankungen bis zu einem gewissen Grade vorkommen, ist ebenfalls klar. Ich hatte nicht die Absicht, sie zu ermitteln; im Gegentheile, dadurch, dass ich mich auf nur eine geltende Ziffer bei der Bestimmung der Durchleuchtungsgrösse beschränkt habe, sind die individuellen Variationen, wenn nicht vermieden worden, so doch nur in beschränkterem Maasse zum Ausdruck gekommen, wodurch das Typische der Wirkung mehr zur Geltung gelangt.

Durch umfangreichere Messungen wird die Reihenfolge der Blätter nach ihrer Transparenz Verschiebungen erfahren müssen, ein Grund, weshalb ich meine diesbezüglichen Tabellen mit den Angaben Müller's, der auch die Blätter nur in einer provisorischen und sehr angenäherten Reihe anordnete, nicht in Einklang bringen kann.

Was der verschiedene Grad der Durchleuchtbarkeit für die Physiologie bestimmter Processe oder für die Oekologie der Pflanze bedeutet, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Es ist zweifellos, dass die Durchleuchtungsgrösse neben der Lichtlage, dem „Lichtraume“ innerhalb der Zweige und Aeste u. a. m. einer derjenigen Factoren ist, welche mit dem Licht- oder Schattenbedürfnisse der Pflanzen und dadurch mit ihrer Zugehörigkeit zu bestimmten „Formationen“ in innigem und complicirtem Zusammenhange steht.

IV. Panachirte Blätter.

Es kann ohne weiteres als bekannt vorausgesetzt werden, was man unter panachirten Blättern zu verstehen hat, ebenso, dass es weiss-, gelb-, verschiedenartig panachirte oder silberweiss gefleckte Blätter giebt. Es bedarf ferner keines näheren Hinweises darauf, dass die weiss panachirten Blätter mehr oder weniger frei von Chlorophyll sind.

Die biologische Bedeutung des Blattpanachements, das sich sowohl in der Sonne, als auch im Schatten entwickelt, ist noch nicht aufgeklärt, trotzdem es an verschiedenen Erklärungsversuchen hierfür nicht mangelt. Man hat darin ein Anlockungsmittel — analog der Wirkung bunter Blumenblätter — allerdings zu unbekannten Zwecken erblicken wollen, in anderen Fällen wieder ein

Abschreckungsmittel. Vielleicht am wahrscheinlichsten ist es, das Panachement als im Dienste assimilatorischer oder allgemeiner gesagt, ernährungsphysiologischer Processe stehend zu betrachten.

Meine Versuche erstrecken sich jedoch in anderer Richtung. Ich beabsichtigte, zu ermitteln, wie viel Licht durch das grüne Blattgewebe und wie viel durch ein möglichst angrenzendes, farbloses Gewebestück desselben Blattes hindurchgeht. Dadurch wurden Differenzen im Wassergehalte, welche constatirt worden sind, und in der Structur auf ein Minimum herabgesetzt.

Bei der Ausführung der Versuche wurden die Blätter panachirter Pflanzen aus dem Wiener Stadtparke verwendet. Ausgesucht wurden nur rein weiss*) panachirte Blätter, während gelbe, verschiedenfarbige oder silberweisse ausgeschlossen wurden, um für die Schlussfolgerungen überflüssige Complicationen zu vermeiden. Da wegen der oft nur geringen Dimensionen der farblosen Blattpartien diese nicht gut im Diaphanometer copirt werden konnten, so legte ich sie einfach unter die Glasplatte eines gewöhnlichen von den Photographen benutzten Copierrahmens, bedeckte ihre Unterseite unmittelbar mit photographischem Papier und legte darüber eine Watteschicht, damit der jetzt durch Federwirkung niedergedrückte Deckel des Copierrahmens das Papier überall eng an die Unebenheiten der Blatthinterseite andrücken könne. Mit einem lichtundurchlässigen Deckel aus Pappe versehen, wurde die ganze Vorrichtung jetzt in's Licht gebracht und erst hier der Deckel entfernt. Im Uebrigen gilt bezüglich des weiteren Verfahrens, bezw. der indirecten Tönebestimmung das im Abschnitt II Gesagte auch hier.

Es wäre nur über die angegebenen Zahlenwerthe noch Einiges zu sagen.

Da es sich in diesem Abschnitte, der Natur der Untersuchungen entsprechend, um genauere Bestimmungen handelt, als im vorhergehenden, so wurden die Zahlen auf zwei geltende Ziffern genau bestimmt, wenn die erste derselben den Stellenwerth von Zehnteln erreichte. Es ist noch zu erwähnen, dass die Intensität des auffallenden Lichtes in beinahe allen Versuchen nur wenig differirte. Selbst in den paar Fällen, wo das auffallende Licht einen beträchtlicher abweichenden Intensitätswerth besass, sind die gewonnenen Daten mit denen der übrigen Versuche in voller Uebereinstimmung. Es lassen sich jedoch die in diesem Capitel angegebenen Durchleuchtungsgrössen mit denen des vorhergehenden nicht ohne Weiteres in Vergleich setzen, der ja auch gar nicht beabsichtigt wurde, aus dem Grunde, weil in beiden Fällen andere Copiervorrichtungen in Anwendung gekommen sind. Es werden aber dadurch die erhaltenen Schlussfolgerungen nicht weiter alterirt.

---

*) Von diesen wurden wieder nur solche ausgesucht, welche keinen oder keinen nennenswerthen Stich ins Gelbliche oder Grünliche zeigten.

Name.*)	Relative Intensität (berechnet für $J = 1$).**)	
	unter den farblosen Blatttheilen.	unter den grünen Blatttheilen.
Acanthopanax pentaphyllus	0·34	0·07
Acer Negundo	0·24	0·01
Aspidistra elatior	0·26	0·03
Cornus alba	0·33	0·09
Diefenbachia sp.	0·29	0·03
Funkia japonica	0·40	0·04
Humulus japonicus	0·39	0·14
Nicotiana colossea	0·30	0·01
Panicum sp.	0·53	0·21
Pelargonium zonale	0·34	0·03
Sambucus sp.	0·24	0·01
Vinca sp.	0·30	0·03
Zea Mays	0·21	0·03

Wie sich aus vorstehehender Tabelle ergiebt, variiren die Lichtintensitäten unter dem farblosen Theile der einzelnen Blätter innerhalb ziemlich enger Grenzen. (Selbstverständlich beziehen sich alle Bemerkungen und Schlussfolgerungen zunächst nur auf die untersuchten Blätter; sie behalten aber auch für alle übrigen Blätter von ähnlicher Beschaffenheit Giltigkeit.) Die beiden Extreme werden gebildet durch die Werthe 0·53 (bei *Panicum*) und 0·21 (bei *Zea*). Das Maximum ist also nur etwa $2^1/_2$ Mal so gross als das Minimum, d. h. durch das farblose Blatt gehen rund zwei bis fünf Zehntel des auffallenden Lichtes durch.

Wir können aber daraus den Schluss ziehen, dass diejenigen Factoren, welche das auffallende Licht nur in diesem experimentell ermittelten Grade durchlassen, beziehungsweise vom weiteren Durchpassiren abhalten, trotz der Verschiedenartigkeit der Blätter (nach Consistenz, Dicke, Structur u. a.) im Einzelnen dennoch wesentlich dasselbe Mass von Wirksamkeit besitzen, was sich in den mitgetheilten Durchleuchtungsgrössen eben darin äussert, dass die ersten geltenden Ziffern durchwegs den Stellenwerth von Zehnteln, aber niemals einen geringeren besitzen. Wenn nun das auf die farblosen Spreitentheile auffallende Licht durch diese zum Theile reflectirt, diffundirt und absorbirt wird, das durchgelassene

*) Verwendet wurden diejenigen Abarten, welche die Gärtner mit dem Terminus „foliis variegatis“ bezeichnen.

**) Unter J ist das auffallende Licht zu verstehen.

Licht aber in allen Fällen nahezu denselben Helligkeitsgrad besitzt, so muss offenbar die Wirkung der Blattgewebe in dieser Beziehung eine sehr gleichmässige sein. So gleichmässig, dass wir im Stande sind, uns überhaupt die Durchleuchtungsgrösse des Blattgewebes als solche vorzustellen. Sie ist gleich dem Mittel aus den Einzelwerthen und berechnet sich auf 0·32. Wie gesagt, gilt dies zunächst nur für die Pflanzenblätter, mit welchen experimentirt wurde und für solche ähnlicher Beschaffenheit. *Panicum* als das dünnste und *Vinca* als das dickste Blatt der ganzen Reihe ergeben als Mittel ihrer Durchleuchtungsgrössen beinahe den gleichen Werth. Sie differiren aber in ihrer Structur bedeutend, so dass zwischen beide Blätter eine grosse Scala von Blättern eingeschaltet werden kann, welche sich intermediär verhalten. Und für diese behalten daher ebenfalls unsere Schlussfolgerungen ihre Giltigkeit.

Natürlich sind abnorm dicke Blätter, wie die fleischigen Blätter von Succulenten, mit obigen Blättern nicht mehr zu vergleichen.

In höherem Grade variiren die Zahlen, welche uns die relativen Lichtstärken unter den grünen Blattpartien angeben. Von den 13 in der Tabelle angeführten Werthen sind aber nur bei zweien solche Decimalbrüche verzeichnet, bei welchen die erste geltende Ziffer den Werth von Zehnteln erreicht. Im Uebrigen bewegen sich aber alle in der zweiten Decimale. Es ist das ganz besonders auffallend und bemerkenswerth, wenn man damit das schon besprochene Verhalten der Zahlen der vorhergehenden Colonne vergleicht, wo die erste geltende Ziffer niemals bis zu den Hundertsteln herabsinkt.

Doch wenn wir selbst die abweichenden Intensitäten 0·14 (bei *Humulus*) und 0·21 (bei *Panicum*) mit in Rechnung ziehen, so können wir eine mittlere Durchleuchtungsgrösse der grünen Blattfläche ausrechnen, welche uns nur um so anschaulicher den auffallenden Unterschied im Verhalten der farblosen und der grünen Spreitentheile vergegenwärtigt. Dieser Mittelwerth beträgt 0·056, mit anderen Worten: Durch ein grünes Blatt wird die Intensität des auffallenden Lichtes im Durchschnitt auf 5 bis 6 Hundertel abgeschwächt.

Einige haben versucht, diese abschwächende Wirkung des grünen Blattes ganz oder grösstentheils der Chlorophyllabsorption zuzuschreiben. Aber gerade die Thatsache der starken Lichtschwächung, die ich oben für das farblose Blattgewebe angegeben habe, widerlegt diese Anschauung. Aber vielleicht beruht wenigstens die unter dem grünen Blatte im Vergleiche zum farblosen vermehrte Lichtabnahme auf reiner Chlorophyllabsorption. Doch auch dagegen sind bei näherem Zusehen verschiedene Einwendungen zu machen. Stellen wir uns eine hohle Glaskugel vor, deren Höhlung mit einer farblosen Substanz ausgekleidet ist, so wird sie bei einem gewissen Lichteinfall eine bestimmte Licht-

menge reflectiren. Dieses Reflexionsvermögen wird aber eine Aenderung erleiden, wenn der Inhalt der Kugel zum Theile mit einem Pigmente erfüllt wird. Derartige Differenzen sind aber auch anzunehmen, wenn ein farbloses Blattgewebe sich mit Chlorophyll tingirt, wodurch eben das ganze System sich auffallendem Lichte gegenüber anders verhalten wird als vorher. Ferner ist zu bedenken, dass das Auftreten des Chlorophylls wohl nicht die einzige Veränderung ist, welche ein grünes Blatt einem farblosen gegenüber erfährt. Sondern es können und werden mit der Entstehung des Blattgrüns auch andere Vorgänge des Stoffwechsels sich ändern, in Folge deren sich Producte mit uns ganz unbekannten optischen Eigenschaften bilden können. Es ist auch gar nicht ausgeschlossen, dass Dichtigkeitsänderungen z. B. des Protoplasma's auftreten, die für die Transparenz von gewissem Einflusse sein können. Endlich sei noch daran erinnert, dass ein beleuchtetes Blatt in Folge seines Gehaltes an Stärke ebenfalls die Absorptionswirkung des Chlorophylls zu modificiren im Stande sein kann.

Solche Erwägungen führen aber zu dem Schlusse, dass in Folge der Wirkung der genannten Umstände — mögen sie geringfügig oder von Bedeutung sein, jedenfalls können wir vor der Hand ihren Effect nicht ausdrücken — mindestens mit Benützung des Blattpanachements sich derzeit eine Bestimmung der reinen Chlorophyllabsorption (ein naheliegender Gedanke, dessen Ausführung auch versucht worden ist) nicht durchführen lässt. Solange wir den getrennten Einfluss eines jeden einzelnen der früher genannten Factoren nach Art und Grösse nicht kennen, müssen alle Werthe für die Chlorophyllabsorption nur Annäherungen an den wahren Absorptions- oder Extinctionscoefficienten des Chlorophylls bleiben, von welchen wir noch dazu nicht einmal bestimmt wissen, wie genau oder ungenau sie sind.

Jedenfalls kann der geänderte Betrag der Durchleuchtbarkeit in den grünen Blatttheilen im Vergleiche zu der in den farblosen Partieen vorhandenen Transparenz nicht blos auf Rechnung der Absorption im Chlorophylle geschrieben werden, wenn auch diesem Umstande vielleicht der Hauptantheil zufällt. Es mag jedoch hier für die Lichtmenge, um welche der farblose Spreitentheil mehr durchlässt, als der grüne desselben Blattes, der Kürze halber der Ausdruck „Chlorophyllwirkung" gebraucht werden; wir müssen uns dabei nur immer vor Augen halten, dass damit die resultirende Wirkung eines Complexes von Umständen gemeint ist, welche im normal-grünen Blatte gegenüber dem farblosen Blatte neu in Erscheinung treten.

Auf diese Weise lässt sich für jedes Blatt leicht die „Chlorophyllwirkung" bestimmen. Sie ist gleich der Differenz aus der relativen Lichtintensität unter dem farblosen und der entsprechenden unter dem grünen Blattantheile. Im Anschlusse sei der Uebersicht halber folgende Tabelle herabsetzt:

Name	„Chlorophyllwirkung“
Acanthopanax pentaphyllus	0·27
Acer Negundo	0·23
Aspidistra elatior	0·23
Cornus alba	0·24
Diefenbachia	0·26
Funkia japonica	0·36
Humulus japonicus	0·25
Nicotiana colossea	0 29
Panicum sp.	0·32
Pelargonium zonale	0·31
Sambucus sp.	0·23
Vica sp.	0·27
Zea Mays	0·18

Aus dieser Tabelle lässt sich bequemer die durchschnittliche „Chlorophyllwirkung“ zu 0·264 berechnen.

Wir vergleichen nun diese Werthe mit denen der Tabelle auf p. 73.

Wir haben die mittlere Durchleuchtungsgrösse des farblosen Blattgewebes zu 0·320 gefunden. Soviel Licht geht also im Mittel durch dasselbe hindurch. Wenn in diesem Blatte aber Chlorophyll auftritt, so ist das durchgestrahlte Lichtquantum nur mehr 0·056. Das heisst also, dass mit dem Auftreten des grünen Pigmentes (sammt den schon erwähnten Begleitumständen) sofort um die Lichtmenge 0·264 mehr zurückgehalten wird. Wenn aber unter dem nicht grünen Blatt die Intensität 0·320 herrscht, so ist von dem farblosen Gewebe (einschliesslich der Wirkung der Zellinhaltsstoffe, der luftführenden Intercellularen etc.) die Lichtmenge 0·680 (das auffallende Licht = 1 gesetzt) am Passiren gehindert worden.

Um uns einer anderen, einfacheren Vorstellungsweise zu bedienen, können wir sagen: Wenn auf ein bestimmtes Blatt 100 Lichtstrahlen auffallen, so gehen durch den farblosen Theil einer Spreite 32 Strahlen hindurch, durch den normalgrünen nur 5·6. Es beträgt daher die „Gewebewirkung“, d. h. die lichtabhaltende Wirkung des nicht grünen Gewebes in Folge combinirten Auftretens von Reflexion (an der Oberfläche), resp. Diffusion und Absorption (im Innern des Blattes) 68 Procent des auffallenden Lichtes. Und der Effect, den wir oben als „Chlorophyllwirkung“ bezeichnet haben, ist gleich 26·4 Procent der ursprünglichen Lichtstärke.*)

Das ist aber nun ein interessantes Ergebniss. Da im Allgemeinen derjenige Betrag an Licht, welcher vom Blatte an der

*) Dass bei diesen Angaben die Summe der Procente statt 100 nur 94·4 beträgt, kann nicht besonders auffallen, wenn man bedenkt, dass die Intensitätsangaben, wie oben erwähnt, durch abgekürztes Rechnen erhaltene, unvollständige Zahlen sind.

Oberseite reflectirt wird, nicht sehr gross ist*), so folgt daraus und aus der geringen Durchleuchtungsgrösse des grünen Blattes, dass ein grosser Theil des auffallenden Lichtes im Blatte zurückgehalten wird.

Wir müssen uns nun das Schicksal der vom Blatte am Passiren verhinderten Lichtmenge klar vorzustellen trachten.

Jedenfalls wird das auffallende Licht durch die Blattoberfläche zum Theile reflectirt, beziehungsweise diffus zurückgeworfen. In welchem Grade dies der Fall ist, ist noch nicht gemessen worden**). Es ist jedoch wahrscheinlich, dass der Betrag des solcherweise für das Blatt verlorenen Lichtes für gewöhnliche Verhältnisse nicht besonders gross sein dürfte. Das übrige Licht dringt in das Blattinnere ein und erleidet dabei naturgemäss in Folge der optischen Beschaffenheit der Zellbestandtheile verschiedene Brechung. Dass die eintretenden Lichstrahlen gleich beim erstmaligen directen Passiren des Blattgewebes (soweit sie nicht auf der Unterseite des Blattes austreten) vollständig verschluckt werden, ist gewiss höchst unwahrscheinlich. Ein Theil allerdings wird wohl schon auf seinem ersten Wege durch das Innere des Blattes absorbirt. Der Rest aber wird an den Grenzen zweier Medien, die in Folge verschiedener Dichte sich optisch ungleich verhalten, gebrochen und nach diversen Richtungen zerstreut. Ganz besonders wird Letzteres der Fall sein, wenn der Lichtstrahl aus dem Zellinneren in die Luft der Intercellularen übertritt. Dabei kann und muss dann die totale Reflexion unter Umständen eine gewisse Rolle spielen, indem durch sie das Licht am Austreten oder wenigstens am vorzeitigen Austreten aus der Zelle gehindert werden kann.

Auf diesen Kreuz- und Querwegen mag auch ein Bruchtheil des eingestrahlten Lichtes oberflächlich wieder austreten. Und so wird dann endlich nach vielfachen Umwegen diejenige Lichtmenge, welche an der Blattunterseite nicht mehr nachweisbar ist, im Gewebe bis auf den letzten Rest absorbirt worden sein.

Dieses absorbirte Lichtquantum, dessen Betrag im Vergleiche zum auffallenden Lichte ein hoher genannt werden muss, wird nun zu mannigfachen Leistungen verwendet werden, zum Theil wohl erst nach Umwandlung in eine andere Energieform. Dass es der Assimilation der Kohlensäure zu gute kommt, ist eine der am längsten erkannten Verwerthungsarten.***) Wir haben nun aber

*) Ich betone nachdrücklich, dass diese Betrachtungen nur für directes, senkrecht auffallendes Licht oder solches von ähnlichem, d. h. kleinem Einfallswinkel gilt. Anders werden die Verhältnisse, wenn die Sonnenstrahlen sehr schief einfallen, da dann bei einer gewissen Incidenz eventuell totale Reflexion stattfinden kann. Ausgeschlossen von obigen Bemerkungen sind ferner die „lackirten“ Blätter.

**) Einige Angaben über die Intensität des reflectirten Lichtes hat Vierordt (l. c.) gemacht.

***) Wenn hier von dem absorbirten Lichte stärkerer Brechbarkeit so die Rede ist, als ob es assimilatorisch wirksam sein könnte, so verweise ich diesbezüglich speciell auf die bekannten Angaben Kohl's, der den blauen und violetten Strahlen einen bisher ungeahnten Einfluss auf die Assimilationsthätigkeit zuspricht.

gesehen, dass die „Chlorophyllwirkung“ nicht die einzige, nicht einmal die Hauptrolle beim Aufhalten des Lichtes spielt. Wenn auch begreiflicherweise die Stärke des durchgelassenen Lichtes kein Maass für die Assimilationsenergie sein kann, so gibt uns aber auch die Grösse der „Chlorophyllwirkung“ keinen directen Maassstab zur Bestimmung ihres absoluten Werthes. Denn wenn wir auch absehen von der oben erläuterten Bedeutung der „Chlorophyllwirkung“ und für einen Augenblick in ihre reine Chlorophyllabsorption sehen wollen, so ist noch nicht bewiesen, dass alles vom Chlorophyll absorbirte Licht lediglich der Assimilationsarbeit dient. Hingegen ist Folgendes zu bedenken, dass nämlich dem Chlorophyllkorne nicht bloss das von ihm direct absorbirte Licht zu statten kommt, sondern dass auch dasjenige Licht, welches im Blattgewebe nach verschiedenen Richtungen hin sich bewegt, wenn es auf ein Chlorophyllkorn trifft, jetzt doch noch von ihm verschluckt und auf diese Weise für seine Zwecke fructificirt werden kann.

Wozu das nicht vom Chlorophyll aufgenommene grosse Lichtquantum dient, welches auch der farblose Theil eines normalen Blattes zurückhält, das wird immer deutlicher, je mehr man die Abhängigkeit verschiedener Lebensprocesse vom Lichte untersucht. Ausser Wachsthums- und Gestaltungsvorgängen — ich erinnere nur an den Heliotropismus — hat man in neuerer und in neuester Zeit noch manchen anderen an das Licht und speciell an das Licht grösserer Brechbarkeit gebundenen Vorgang kennen gelernt. So steht bekanntlich die Bildung des Kalkoxalats nach Schimper zum Theile damit in Zusammenhang; Palladin*) hat gefunden, dass die Regeneration der activen Proteinstoffe unter gewissen Umständen im blauen Lichte energischer vor sich geht, als im gelben, und dass die Bildung der nicht verdaulichen Proteinsubstanzen wiederum durch das blaue Licht gefördert wird (gegenüber den gelben Strahlen und der Dunkelheit). Green**) findet ferner Beziehungen zwischen dem blauen Lichte und der Diastase. Alles Processe, welche, mit Green zu reden, zeigen, dass eine vom Chlorophyll unabhängige Absorption von strahlender Energie stattfindet.

Fassen wir zum Schlusse die im Vorigen gewonnenen Vorstellungen und Erwägungen zusammen, so kommen wir zu der Anschauung, dass das directe Licht im Blattgewebe zum grossen Theile nach allen Richtungen diffundirt wird, wodurch das Pflanzenblatt nach allen Seiten hin durchstrahlt wird. Vermuthlich ist es das Schwammparenchym mit seinem luftführenden Intercellularsysteme, wo der Vorgang der allseitigen Zerstreuung am stärksten vor sich geht. Das directe Sonnenlicht als solches wird also nur zum Theile verwendet, zum

---

*) Palladin, Influence de la lumière sur la formation des matières protéiques actives . . . (Revue générale de Botanique. T. XI. 1899. No. 123.)

**) Green, On the action of light on diastase. (Philos. Transact. of the R. Society, London. Ser. B. Vol. 188. 1897.)

anderen Theile wird es in zerstreutes Licht verwandelt, ohne für die Pflanze verloren zu gehen. Es mag bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen werden, dass dem directen Lichte auch sonst, wie Wiesner*) findet und besonders hervorhebt, im Pflanzenleben nicht jene grosse und allgemeine Bedeutung zukommt, wie dem diffusen Lichte.

Inwiefern der Bau des Blattes mit seinem so häufig dem directen Lichte zugekehrten Pallisaden- und dem diffusen Lichte ausgesetzten Schwammparenchym mit obigen Ausführungen im Zusammenhange steht, kann hier nicht weiter erörtert werden.

V. Die Schutzmittel gegen zu intensive Beleuchtung.

Die bisherige Betrachtungsweise der pflanzlichen Organisation hat auf eine Reihe von Einrichtungen an der Pflanze vom Gesichtspunkte des Chlorophyllschutzes aus aufmerksam gemacht, als auf mehr oder weniger wirksame Mittel, das Chlorophyll gegen die zu intensive und daher schädigende, d. h. zerstörende Kraft des Lichtes zu schützen.

Wenn auch möglicherweise ursprünglich aus anderen Ursachen und zu anderen Zwecken entstanden, können bestimmte Organisationseinrichtungen gleichwohl gegenwärtig die obige ihnen zugeschriebene Schutzrolle in mehr oder minder vollkommenem Grade ausüben. Und es kommt für die Pflanze nicht in Betracht, ob diese schützende Function der dafür gehaltenen Schutzeinrichtungen eine primäre oder auch nur die einzige oder hauptsächlichste ist. Es mag ganz gut eine einem bestimmten Zwecke dienende Vorrichtung sich nebenbei auch in anderer Hinsicht als zweckmässig bewährt und dann eventuell auch in dieser Richtung sich allmählich weiter vervollkommnet haben. Ein solcher Vorgang entspräche einem vielfach zu beobachtenden Bestreben der Natur, zufällige Ausbildungen in bestimmter, sozusagen einseitiger Weise weiterzuentwickeln.**)

Inwieweit eine bestimmte „Schutzvorrichtung" ihrem vermeintlichen Zwecke thatsächlich entspricht, ist eine weitere Frage und in manchen Fällen einer experimentellen Prüfung zugänglich, welche schliesslich einzig und allein entscheidend ist. Wiesner hat in seinem bekannten Werke: Die natürlichen Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls der lebenden Pflanzen,***) worin zahlreiche interessante und werthvolle Beobachtungen enthalten sind, die verschiedenen Schutzeinrichtungen eingehend, zum Theile auch experimentell untersucht und sie unter verschiedene Typen eingereiht.

Aber nicht nach dieser Richtung hin sollen sich die folgenden Erörterungen bewegen; schon aus dem einfachen Grunde, weil die betreffenden Schutzmittel sich gegen eine übermässig starke Wir-

---

*) Wiesner, Untersuchungen über den Lichtgenuss der Pflanzen . . . . (Sitzungsber. d. Kaiserl. Acad. d. Wissensch. in Wien, mathem.-naturw. Classe, Bd. CIV. Abth. I. Juli. 1895. p. 26.)

**) Vergl. Haberlandt, Eine botanische Tropenreise, p. 109.

***) Festschrift der k. k. zool.-bot. Gesellschaft in Wien 1876.

kung der weniger brechbaren Strahlen richten.*) Die hier zu behandelnde Frage ist vielmehr folgendermassen zu präcisiren: In welchem Grade werden die stärker brechbaren Strahlen des (directen) Sonnenlichtes durch Organisations- und Standortsverhältnisse der Pflanze in ihrer Intensität geschwächt?

Die folgenden Angaben, welche nur als kleiner, vorläufiger Beitrag zur Beantwortung obiger Frage zu gelten haben, beziehen sich, der Fragestellung entsprechend, auf die blauen und violetten Strahlen und zwar des directen Sonnenlichtes bei senkrechter Incidenz.

Letzteres aus dem einfachen Grunde, weil eventuelle Schutzmittel natürlich gegen das stärkste Licht, das ist aber normal auffallendes und directes Sonnenlicht, wirksam sein müssen. Es verschlägt dabei gar nichts, dass die Blätter solches Licht in der Natur nicht aufsuchen. Sie können ihm aber trotzdem unter Umständen sogar längere Zeit ausgesetzt sein und müssen in solchem Falle von ihren Schutzmitteln wirksam bedient werden können.

Je weiter die Forschung vordringt, desto mehr Processe sind bekannt geworden, welche vom Lichte in verschiedener Weise abhängig sind. Hier ist nur darauf hinzuweisen, dass es auch solche Vorgänge giebt, welche speciell an Licht von grösserer Brechbarkeit gebunden sind. Solcher Processe sind schon im vorigen Abschnitte mehrere genannt worden. Dieselben werden, einem sehr allgemeinen Gesetze folgend, im Verlaufe ihrer Wirksamkeitscurve dann auch ein Optimum der Lichtstärke erkennen lassen, so dass also bei weiterer Steigerung der Intensität die Energie des betreffenden physiologischen Processes wieder abnehmen muss. Darin ist aber ein Fingerzeig zu sehen, der uns nach Schutzmitteln gegen zu intensives blau-violettes Licht Umschau zu halten erlaubt.

Von diesem Gesichtspunkte aus wurden die folgenden Versuche unternommen. Ich halte mich dabei vollständig an Wiesner's Typen der „Chlorophyllschutzmittel", welche ja meist auch Schutz vor dem Lichte grösserer Brechbarkeit gewähren können.

Als eines besonders wirksamen Schutzmittels muss der Stellungsverhältnisse des Blattes gedacht werden. Wenn wir zunächst bloss directes Sonnenlicht supponiren, so ist ohne Weiteres klar, dass die Wirkung auf ein gegebenes, als eben betrachtetes Blattstück mit dem Neigungswinkel der Spreitenfläche zur Richtung der einfallenden Strahlen derart in Beziehung steht, dass die bekannte Relation stattfindet $J' = J. \cos \alpha$, wobei J und J' die Beleuchtungsstärken eines auf dem einfallenden Strahlenbündel senkrecht stehenden, beziehungsweise eines derart gegen

*) Anmerkungsweise sei hier auf die gegentheiligen Resultate hingewiesen, welche Ewart bei seinen diesbezüglichen Studien in den Tropen erhalten hat. Nach ihm sind hauptsächlich gerade die chemischen Strahlen bei der Chlorophyllzersetzung betheiligt. (The effects of tropical insolation in Annals of Botany. XI. 1897.)

erstere geneigten ebenen Flächenstückes bezeichnet, dass der Einfallswinkel der als parallel angenommenen Strahlen α ist.

Dieser Thatsache wird von den Pflanzenblättern in verschiedener Weise Rechnung getragen. So durch die Stellungsverhältnise an der Pflanze (wobei sich aber im Allgemeinen die Beziehung zum diffusen Lichte äussert) und durch Bewegungen der ganzen Blätter oder gewisser Spreitentheile. Faltungen, Wellungen, Rollungen der Blattfläche stehen des Weiteren damit im Zusammenhange.

Ein einfaches Schutzmittel besteht für gewisse Pflanzen darin, dass sie sich in den Schatten eines anderen Gewächses begeben. Dieses Verhalten beobachtet man z. B. an Pflanzen des Niederwuchses von Buchenwäldern. So fand ich einmal in einem hochstämmigen Buchenwalde ein Innenlicht von der geringen Stärke 0·0111, während unter freiem Himmel das gesammte Tageslicht eine Intensität von 0·333 besass.*) Die in einem solchen Walde lebenden Pflanzen sind demnach in wirksamster Weise vor zu starkem Lichte geschützt.

Von den verschiedenen anderen Schutzmitteln im engeren Sinne verdienen zunächst Interesse die Haarbekleidungen der Blätter. Ich will dabei, so wie in den folgenden Fällen, aus meinen Messungen nur immer je ein Beispiel herausgreifen, um von der Wirkung der betreffenden Schutzeinrichtung für gewisse concrete Fälle eine annähernde Vorstellung zu geben.

Als sehr gutes Object**) habe ich die Blätter des Quittenapfelbaumes befunden. Man kann hier nämlich ausserordentlich leicht den Haarüberzug vollständig entfernen, wenn man mit dem Finger sanft über das Blatt fährt.

Exponirt wurden: Ein ganz junges Blatt (I), von dem die eine Hälfte so, wie sie war, durchleuchtet wurde, während die zweite Längshälfte vorher oberseits enthaart wurde; ferner ein zweites (II), etwas älteres Blatt, dessen Hälften dieselbe Behandlung wie beim Blatte I erfahren; sodann ein noch älteres (III) in gleicher Weise behandelt, endlich ein völlig herangewachsenes Blatt (IV), dessen Oberseite bereits kahl war. Die Intensität des auffallenden Lichtes ist hier und in der Folge, so wie früher auch, gleich Eins gesetzt.

Folgende Lichtmengen wurden durchgelassen:

	durch die normale Blatthälfte	durch die enthaarte Blatthälfte
unter I	0·014	0·027
„ II	0·025	0·027
„ III	0·017	0·019
„ IV	0·003	—

*) Weitere Beispiele giebt Wiesner (Unters. über den Lichtgenuss der Pflanzen) zu wiederholten Malen, ebenso schon früher in „Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete.“ I. 1893. p. 18 ff.

**) Auch *Tussilago Farfara*, das schon Wiesner in seiner Arbeit über Chlorophyllschutz hervorhebt, ist ein vorzügliches Object.

Es wurden daher aufgehalten die folgenden relativen Lichtmengen:

	vom Blattgewebe	von den Haaren allein
bei I	0·973	0·013
„ II	0·973	0·002
„ III	0·981	0·002
„ IV	0·997	0·000

Das Haarkleid des Blattes äussert also das Maximum seiner Wirkung beim jüngsten Blatte; seine Bedeutung als lichtabhaltendes Mittel sinkt aber ausserordentlich bald auf das Sechstel des anfänglich vorhandenen Maximalwerthes, obwohl das Blatt noch immer mehr oder minder dicht behaart erscheint. Endlich verschwindet mit den Haaren auch deren lichtabhaltende Wirkung. Daraus geht aber mit grösster Deutlichkeit die Empfindlichkeit der jüngsten Blattgewebe gegenüber den Sonnenstrahlen hervor. Ferner zeigt sich, dass das dichte Haarkleid der untersuchten Blätter wohl als Schutzmittel für das betreffende Blatt selbst zu dienen im Stande sein mag, dass aber, wenn es sich darum handelt, durch das eine, aufgerichtete und eingerollte Blatt die dahinter befindlichen Blattanlagen und die Vegetationsspitze gegen die Sonnenstrahlen zu schirmen, die abschwächende Wirkung des Blattgewebes und Chlorophylls zusammen, man kann behaupten, einzig und allein in Betracht kommt. Denn gegenüber dieser Wirkung von 0·973 fällt die Wirkung des Haarüberzuges mit nur 0·013 gar nicht in's Gewicht.

Als am günstigsten zum Studium der Wirkung der Wachsüberzüge geeignet habe ich bis jetzt *Primula Auricula* kennen gelernt.

Die dick inkrustirten Blätter wurden recht vorsichtig, da sonst der Wachsüberzug sehr leicht beschädigt wird, abgeschnitten. Von einem jungen Blatte wurde nun die eine Partie in natürlichem Zustande, eine zweite nach höchst behutsamem Wegwischen des Wachsüberzuges auf der einen Seite im Copierrahmen belichtet.

Unter dem normalen Blatte herrschte die Lichtstärke 0·007, unter dem Blatte mit einseitig entferntem Wachsüberzuge 0·016. Die Differenz 0·009 zeigt uns an, um wie viel Licht mehr zurückgehalten wird, wenn die Wachskruste auf dem Blatte vorhanden ist. Diese „Wirkung der Wachsinkrustation" beträgt somit 0·9 Procent des auffallenden Lichtes.

Anthokyanbildung, von den Biologen in verschiedener Richtung hin als Schutzmittel in Anspruch genommen, bewirkt jedenfalls auch eine Abschwächung der auffallenden Sonnenstrahlen. Thatsächlich zeigen anthokyanrothe Blätter von einiger Intensität der Färbung deutliche Herabsetzung der Durchleuchtungsgrösse für die stärker brechbaren Strahlen. Vergleicht man die entsprechenden Werthe eines normalgrünen und eines durch Anthokyan tingirten Sonnenblattes desselben Strauches von *Cornus sanguinea* miteinander (Tabelle p. 65), so ergiebt sich aus den

respectiven Zahlen 0.0004 und 0·0001 die ziffernmässige Bestätigung des Gesagten.

Auf diese Weise emittelt sich die Wirksamkeit des Anthokyans in unserem speciellen Falle zu 0·0003, ein ziemlich beträchtlicher Werth verglichen mit der Durchleuchtungsgrösse des grünen Blattes.

Weiter auf die biologische Bedeutung des Anthokyans einzugehen, ist in diesen Untersuchungen nicht der Ort, da es sich zunächst nur um die zahlenmässige Ermittlung der lichtschwächenden Wirkung pflanzlicher Organisationseinrichtungen handelt.

Haarbildungen, Wachsüberzüge und Anthokyanschirm sind Einrichtungen, welche die Leistungsfähigkeit besitzen können, einem bestimmten Blattindividuum als solchem Lichtschutz zu gewähren.

Nun ist aber eine der allgemeinsten Eigenthümlichkeiten die, dass sich die zu schützenden Organe unter den Schirm anderer, meist älterer begeben, also z. B. junge Blätter sich, von älteren bedeckt, entwickeln. Schon bei dem Falle des Quittenapfelbaumes war Gelegenheit, darauf hinzuweisen, dass die Blätter die bei weitem überwiegende Hauptmenge des Lichtes schon in Folge der „schützeuden" Funktion des unbehaarten Blattes zurückhalten. Und die Untersuchung der panachirten Blätter hat uns deutlich erkennen lassen, dass dabei nicht dem Chlorophyll die Hauptrolle zufällt, sondern der Wirksamkeit der diversen Gewebe. Alles dies zusammen giebt uns nun eine deutliche Vorstellung von der Bedeutung, welche junge Blätter, auch ohne dass sie grössere Mengen Chlorophyll ausgebildet haben, für die sich unter ihrem Schutze entwickelnden Organe besitzen. (Darauf wird weiter unten zurückzukommen sein.)

Es ist dabei im Allgemeinen ganz gleichgiltig, ob eins dieser „schützenden" Blätter in jugendlichem Zustande mehr Licht durchlässt, als in erwachsenem, oder gleichviel oder weniger. In allen diesen Fällen sind die durchgelassenen Lichtmengen sehr gering.

Die Durchleuchtungsgrössen der jungen Blätter — und dies mag in der Mehrzahl der Fälle gelten, wenigstens so weit meine Untersuchungen reichen — ist bei vielen Pflanzen (in der Regel beträchtlich) grösser, als bei den ausgewachsenen. Das zeigt schon das Beispiel „Quitte". Dasselbe Verhältniss konnte ich ferner bei folgenden Pflanzen constatiren: *Acer negundo*, *Acer pseudoplatanus*, *Cornus alba*, *Elaeagnus angustifolius*, *Prunus Persica*, *Populus monilifera* (?)

Bei *Caragana fruticosa*, *Deutzia crenata* und *Fraxinus excelsior* var. *pendula* fand hingegen nahezu Gleichheit statt.

Das entgegengesetzte Verhalten wie die erstgenannten Pflanzen zeigten mir die Blätter von *Populus alba*, *Verbascum* sp. und *Tussilago Farfara*.

Hier wird mehr Licht von den älteren Blättern durchgelassen.

Populus alba.

Untersucht wurde ein ganz junges Blatt, das 2 *cm* lang und 1 *cm* breit war (*a*), ferner ein etwas grösseres mit den Dimensionen 2·8 × 2·5 (*b*), endlich zwei ausgewachsene Blätter mit den Maassverhältnissen 4·5 × 3·5, resp. 4·5 × 4·5 (*c*, *d*).

Die Stärke des auffallenden Lichtes = 1 gesetzt, sind die Intensitäten des durchgefallenen Lichtes folgende:

unter	*a*	*b*	*c*	*d*
	0·001	0·008	0·01	0·01

Von *a* bis *d* nimmt also die Transparenz zu. Die ausgewachsenen Blätter zeigen, untereinander verglichen, den gleichen Grad von Durchleuchtbarkeit.

Verbascum sp.

Ebenso fand ich:

unter:	einem ganz jungen,	einem grösseren,	einem ausgewachsenen Blatte,
von den Dimensionen:	$3^1/_2$ × 1 *cm*,	6 × 2 *cm*	12 × 5 *cm*
die relativen Intensitäten:	0·001	0·002	0·01

Tussilago Farfara.

Copirt wurden: ein sehr junges Blatt, 1·5 *cm* lang, ebenso breit, oben und unten dicht filzig (*a*); ferner zwei Blätter 2·5 × 2 und 2·5 × 2·5 von derselben Beschaffenheit (*b*, *c*); sodann ein grösseres 5·5 × 5·5, das oberseits schon ganz kahl und grün, unterseits dicht weissfilzig war (*d*); endlich ein Blatt 7·5 × 9, mit ebenfalls ganz kahler, grüner Oberseite, das unterseits nicht mehr so dicht filzig, sondern bereits mehr spinnwebig behaart war (*e*).

Folgendes sind die durchgestrahlten Lichtintensitäten:

unter	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*
	0·0007	0·002	0·002	0·004	0·009

Man bemerke, dass die eben besprochenen drei Blätter alle in der Jugend stark behaart sind.

Wie weit bei diesen Beispielen ausser der lichtabhaltenden specifischen Wirkung des Blattgewebes und des Chlorophylls auch noch die Wirkung des Haarkleides in Betracht kommt, das lässt sich wenigstens für die Quittenblätter aus den schon früher gegebenen Daten entnehmen.

Bei gewissen nicht behaarten Blättern kann man aber auch dasselbe Verhältniss zwischen den Durchleuchtungsgrössen junger und alter Blätter auftreten sehen. Ich habe als solchen Fall die Nebenblätter von *Liriodendron tulipiferum* kennen gelernt, wofür die Daten gleich unten folgen.

Die Aenderung der Durchleuchtungsgrösse mit dem Alter braucht nicht immer eine stetige zu sein. Sie dürfte es wohl bei den Blättern der Pappel, der Königskerze und des Huflattigs sein, bei welchen die jüngeren Blätter undurchsichtiger, als die älteren sind. Sie ist aber sprunghaft bei den Quittenblättern,

wo die jüngeren Blätter zwar transparenter als die ausgewachsenen sind, unter den unausgewachsenen Blättern selbst aber Differenzen in der Art stattfinden, dass ein etwas grösseres Blatt (II) wider Erwarten mehr Licht durchlässt, als das nächst kleinere, das Blatt von etwas grösseren Dimensionen und Alter (III) aber zwar wieder weniger, als das unmittelbar vorhergehende (II), aber noch immer mehr, als das jüngste der untersuchten Blätter. Augenscheinlich ist dabei die „Haarwirkung" im Spiele, denn die reine Gewebewirkung des Blattes zeigt deutlich eine continuirliche Zunahme der lichtabhaltenden Wirkung.

Nebenblätter erreichen bekanntlich öfters eine derartige Ausbildung, dass man sie für wirksame Schutzmittel halten kann. In welchem Grade sie in solchen Fällen im Stande sind, die stärker brechbaren Strahlen aufzuhalten, soll folgendes Beispiel veranschaulichen:

Liriodendron tulipiferum.

Bekanntlich bilden die jungen Nebenblätter dieser Pflanze einen geschlossenen Hohlraum, innerhalb dessen die Knospe sich befindet. Zwei Nebenblätter, welche sich noch in diesem Zustande befanden, wurden exponirt; das eine war ganz jung und etwas bereift (*a*), das zweite etwas älter (*b*). Ferner wurde noch eine dritte Stipel genommen, welche sich von der nebenstehenden getrennt hatte, so dass die Knospe von ihnen nicht mehr geschützt wurde (*c*).

Ich gebe im folgenden die Durchleuchtungsgrössen

unter	*a*	*b*	*c*
	0·002	0·007	0·021

Vom Standpunkte eines Lichtschutzmittels betrachtet, zeigt das Nebenblatt des Tulpenbaumes in der Jugend eine geringere Durchleuchtbarkeit als später, wo die eingeschlossene Knospe, schon mehr herangewachsen, keines so ausgiebigen Schutzes mehr bedarf. Natürlich kann nur das Experiment letztere Annahme definitiv entscheiden.

Es kommen bekanntlich Fälle, wo die Blätter schon durch ihre Stellung allein einen höchst ausgiebigen Schutz geniessen, meistens noch in Combination mit einer der übrigen typischen Schutzeinrichtungen vor, wodurch die effective Lichtstärke, welche zu einem derart geschützten Blatte gelangt, oft ausserordentlich klein wird. Einer der extremsten Fälle dürfte wohl der sein, welchen ich bei *Lathyrus Aphaca* beobachten konnte. Bekanntlich sind hier die grossen Nebenblätter zu Schutzorganen geworden, deren Wirkungsgrad von dem der Nebenblattgebilde etwa bei *Liriodendron* nicht wesentlich abweicht. Dazu kommt ferner noch die verticale Stellung derselben und der darunter befindlichen jungen Organe, welche demnach nur sehr schwaches Seitenlicht erhalten. Als dritter Umstand tritt schliesslich hinzu der Standort der Pflanze, welche ich nicht selten in einem Eichenhaine antraf, in welchem also an und für sich schon ein verminderter Helligkeitsgrad herrschte, nämlich nur $^1/_{10}$

des Aussenlichtes (für eine horizontale Fläche bestimmt. Das Seitenlicht war noch schwächer.).

Es mag erlaubt sein, an dieser Stelle auf einen Umstand hinzuweisen, der in gewissen Fällen als Schutzmittel der jungen Blätter gegen zu intensive Bestrahlung aufgefasst werden könnte. Man kann bei sehr vielen unserer Holzgewächse die Beobachtung machen, dass dieselben ihre Knospen oft schon mehr oder minder lange geschlossen haben*), wenn in unseren Breiten gerade die höchsten Lichtintensitäten auftreten, d. i. also in den Hochsommermonaten. Zur Zeit der intensivsten Bestrahlung also entwickeln sich keine jungen Blätter mehr, und man kann sich diesbezüglich berechtigter Weise die Vorstellung bilden, dass die jugendlichen Blattorgane derart einer zu hohen und daher schädigenden Beeinflussung Seitens der Sonnenstrahlung auf höchst wirksame Weise entzogen bleiben; gleichgiltig ist es dabei, ob man die Schädigung als eine directe (etwa Chlorophyllzerstörung bewirkend) oder indirecte (die Transpiration beeinflussend) auffasst. Nicht uninteressant erscheint es nach dem eben Gesagten, dass manche Holzgewächse im Herbste, bei verminderter Sonnenstrahlung, ein zweites Mal zu treiben beginnen.

Dass Pflanzenblätter unter Umständen sich auch durch Reflexion an ihrer Oberfläche eines Zuviel an Licht entledigen können, zeigt sich am Besten an den „lackirten“ Blättern mancher Gewächse. Doch habe ich vor der Hand darüber noch keine Messungen angestellt.

Fasst man die von Wiesner aufgestellten Typen der Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls gegen zu starke Beleuchtung unter dem Gesichtspunkte von Schutzmitteln gegen zu intensive Wirkung der stärker brechbaren Strahlen in's Auge, so lässt sich — die eben genannte Function als thatsächlich vorhanden angenommen — die Frage aufwerfen, welcher Typus die grösste schützende Wirkung ausübt.

Wir müssen uns dabei stets gegenwärtig halten, dass Schutzmittel und Schutzbedürfniss in engem Zusammenhange stehen. Je empfindlicher eine Pflanze gegen ein Uebermaass der Wirkung irgend eines äusseren Factors, z. B. des Lichtes, ist, desto wirksamer müssen die von ihr zu dem Zwecke des Schutzes ausgebildeten Mittel sein, soll die Pflanze ein gedeihliches Fortkommen finden. Das Maass dieser Empfindlichkeit ist uns aber zahlenmässig nicht zugänglich. Wir können uns da etwa folgenden Fall vorstellen: irgend eine Pflanze hätte einen „schützenden“ Haarüberzug ausgebildet, um sich vor zuviel Licht zu bewahren. Es kann nun unter dem Haarkleide, absolut genommen, eine geringere Helligkeit herrschen, als etwa unter einem schützenden Nebenblatte zu beobachten ist. Dennoch mag in ersterem Falle dem, kurz gesagt, „Schattenbedürfnisse“ des einen Organs dadurch schon

*) Ueber die von Wiesner gefundenen Beziehungen zwischen Lichtstärke und Schluss der Terminalknospe vergl. dessen Studie über den „Lichtgenuss“ der Pflanzen, l. c. p. 87.

Genüge geschehen sein, und also der Haarüberzug der Wirkung des schützenden Nebenblattes mindestens gleichgestellt werden können.

Daraus erhellt wohl, dass man die einzelnen Typen der Schutzmittel nicht nach dem Werthe, den sie für die Pflanze haben, miteinander vergleichen kann, sondern nur nach den thatsächlich zu beobachtenden, abschwächenden Wirkungen auf das auffallende Licht oder nach den Intensitäten, welche z. B. nach Passiren der „Schutzmittel“ noch vorhanden sind. Und da handelt es sich dann nicht um die absoluten Lichtstärken, sondern um die relativen Helligkeitswerthe im Vergleiche zum auffallenden Lichte, wodurch die uns quantitativ unbekannte Grösse: „Lichtempfindlichkeit“ einer bestimmten Pflanze oder eines Organes eliminirt wird. Im Allgemeinen läge die Vermuthung nahe, dass Lichtempfindlichkeit und Schutzwirkung in demselben Sinne ab oder zunehmen. Doch darüber sind nähere Beobachtungen und Untersuchungen noch ausständig.

Immer unter Berücksichtigung der früheren Auseinandersetzungen ist die Frage zu beantworten, welches der Schutzmittel die wichtigste Verbreitung gewonnen hat.

Dass gewisse Stellungsverhältnisse in Bezug auf die Richtung des einwirkenden Lichtes von ganz besonderer Bedeutung sind, ist bekannt und schon bemerkt worden. Als Schutzmittel wären solche Stellungsverhältnisse dann aufzufassen, wenn sie von der Art sind, dass die Blätter sich dem stärksten einfallenden Lichte durch ihre Lage entziehen können. Man findet solche Stellungsverhältnisse bei einer ausserordentlichen Anzahl junger Blätter, besonders bei deren Austreten aus der Knospe; aber es giebt auch Pflanzen, deren Blätter zeitlebens eine derartige Lage einnehmen. Eine Ausnahme machen Blätter, welche sich senkrecht auf das ihnen zu Gebote stehende stärkste Licht orientiren. Aber gerade die Stellungsverhältnisse der sich entwickelnden Blätter haben eine fast allgemeine Verbreitung gefunden*).

Was die Häufigkeit der übrigen Schutzmittel anlangt, so wechseln die verschiedensten Einrichtungen (wie schon Wiesner im „Chlorophyllschutz“ hervorhebt) innerhalb naher verwandter Pflanzenarten ab, und es wäre erst statistisch zu untersuchen, welches derselben in einem bestimmten Gebiete am häufigsten auftritt. Ich zweifle nicht, dass sich in verschiedenen Gegenden von mehr oder minder extremem klimatischen oder Vegetationscharakter diesbezüglich werden Differenzen beobachten lassen und erinnere da beispielsweise an den starken Glanz des tropischen Laubes, der auch bei zahlreichen mediterranen Holzgewächsen schon sehr auffällig in Erscheinung tritt, an die charakteristische Blattlage in den *Proteaceen*-Beständen u. a. m. Sehr interessant ist mir die An-

---

*) Vergl. Wiesner, Ueber die Formen der Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke. (Biolog. Centralbl. XIX. 1899. No. 1.)

gabe Wiesner's*), dass in den arktischen Ländern, deren Lichtverhältnisse er untersucht hat, sich fast kein Chlorophyllschutz vorfindet.

Wichtigste Ergebnisse.

Unter Anwendung der von Wiesner modificirten und wesentlich vereinfachten photometrischen Methode Bunsen-Roscoe's wurde für verschiedene Laubblätter die „Durchleuchtungsgrösse" bestimmt, d. h. das Verhältniss der durch ein Blatt durchgelassenen Lichtmenge zur Menge des auffallenden Lichtes (diese gleich Eins gesetzt).

Die Messungen beziehen sich auf die stärker brechbaren Strahlen des Spectrums und wurden zunächst in senkrecht auffallendem Sonnenlichte ausgeführt.

Im Allgemeinen zeigen natürlich verschiedene Pflanzen einen verschiedenen Grad von Transparenz als Ausdruck der mannigfachen Anpassungsfähigkeit der Pflanzenwelt an die so verschiedenartig abgestuften Nüancen der ihr zu Gebote stehenden Lichtstärke.

Es ist wahrscheinlich, dass jede Species eine gewisse, innerhalb bestimmter Grenzen schwankende Durchleuchtungsgrösse besitzt.

Von den untersuchten Blättern besass die geringste Transparenz das Sonnenblatt von *Cornus sanguinea* und das von *Cytisus Laburnum*, nämlich 0·0003 Bunseneinheiten. Das meiste Licht wurde vom Schattenblatt der Buche (*Fagus silvatica*) durchgelassen, dessen Durchleuchtungsgrösse $D = 0{\cdot}02$ betrug.

In den meisten Fällen sind die Schattenblätter einer Pflanze durchsichtiger als die zugehörigen Sonnenblätter. Das transparenteste Sonnenblatt liess (bei den Versuchspflanzen) noch immer dreimal weniger Licht durch, als das durchsichtigste Schattenblatt.

Es lässt sich der Satz aussprechen, dass bei derselben Art die Durchleuchtungsgrösse eines Blattes umso kleiner wird, je mehr dasselbe gegen die Peripherie des Laubwerkes rückt.

Dass bei dem Vorgange des Aufhaltens des Lichtes das farblose Blattgewebe in besonders hohem Maasse betheiligt ist, geht aus der Untersuchung von weisspanachirten Blättern hervor. Während nämlich die Durchleuchtungsgrösse der normalgrünen Partien in den allermeisten Fällen den Werth der zweiten Decimalstelle nicht überschreitet, bewegt sich die genannte Grösse bei den entsprechenden farblosen Blattpartien schon in den Zehnteln. Diese Gleichförmigkeit gestattet es, die mittlere Durchleuchtungsgrösse des farblosen Blattgewebes zu 0·32 zu bestimmen, während die durchschnittliche Durchleuch-

---

*) Untersuchungen über den Lichtgenuss der Pflanzen im arktischen Gebiete. (Sitzungsber. d. Kaiserl. Acad. d. Wissensch. in Wien, mathem.-naturw. Classe. Bd. CIX. Abth. I. Mai 1900).

tungsgrösse des grünen Blattes nur etwa 0·05—0·06 beträgt. Demnach hält das farblose Gewebe rund 0·68 des auffallenden Lichtes zurück, während auf Rechnung des Chlorophylls (in Folge Absorption, Diffusion etc.) der geringe Betrag von 0·26—0·27 kommt. Mit anderen Worten: Die „Gewebewirkung“, d. h. die lichtabhaltende Wirkung des nicht grünen Gewebes in Folge combinirter Thätigkeit von Reflexion, bezw. Diffusion und Absorption beträgt etwa 68 Procent des auffallenden Lichtes, hingegen erreicht die „Chlorophyllwirkung“, d. i. die resultirende Wirkung eines Complexes von Umständen, welche im grünen Blatte gegenüber dem farblosen neu in Thätigkeit treten, nur den Betrag von circa 26·5 Procent der ursprünglichen Lichtstärke.

Höchst wahrscheinlich bleibt ein ziemlich grosser Theil des einem Blatte zustrahlenden Lichtes im Blatte zurück, um dort zu verschiedenen Processen verwendet zu werden. Thatsächlich lernen wir immer mehr solcher Processe kennen, welche vom Licht abhängen, speciell mit dem Lichte stärkerer Brechbarkeit in naher Beziehung stehen.

Das in ein Pflanzenblatt eindringende Licht durchstrahlt dasselbe nach allen Seiten, wobei es der überwiegenden Hauptmenge nach sich in diffuses Licht verwandelt, wie letzteres denn überhaupt im Pflanzenleben nach Wiesner eine viel wichtigere Rolle spielt, als das directe Sonnenlicht.

Zum Schlusse wurden noch einige Schutzmittel gegen zu intensives (blaues) Licht einer photometrischen Bestimmung unterzogen. Aus diesem Capitel seien nur folgende Daten und Beispiele angeführt:

Die Wirkung des Haarüberzuges an jungen Blättern des Quittenapfelbaumes wurde ermittelt zu 1·3 Procent des auffallenden Lichtes, die der Wachsincrustation von *Primula Auricula* zu 0·9 Procent.

In der Mehrzahl der Fälle sind junge Blätter durchsichtiger als ältere derselben Pflanze. Gleiche Transparenz zeigten jugendliche und ausgewachsene Blätter von *Caragana fruticosa*, *Deutzia crenata* und *Fraxinus excelsior* var. *pendula*. Hingegen sind die älteren Blätter durchsichtiger, als die jüngeren bei *Populus alba*, *Verbascum* sp. und *Tussilago Farfara*.

Amylolytische, glycosidspaltende, proteolytische und Cellulose lösende Fermente in holzbewohnenden Pilzen.

Von
Philipp Kohnstamm,
München.

I. Einleitung.

Seitdem vor Jahren die eminente physiologische Bedeutung der Fermente im Leben aller organisirten Wesen erkannt worden ist, hat die Forschung auf allen Gebieten eingesetzt und im thierischen und pflanzlichen Organismus eine grosse Anzahl solcher Fermente von den verschiedensten Wirkungen nachgewiesen.

Am ausgedehntesten sind die Untersuchungen wohl für thierische Fermente und solche von Bakterien, Schimmelpilzen und Phanerogamen durchgeführt, während die Enzyme der höheren Kryptogamen und zumal der Hymenomyceten noch weniger Berücksichtigung gefunden haben.

In dieser Arbeit soll der Versuch gemacht werden, die Physiologie und Biologie einiger holzbewohnenden Pilze in dieser Richtung etwas eingehender zu studiren und auf die fermentativen Wirkungen dieser Parasiten und Saprophyten einiges Licht zu werfen.

Obwohl Hartig[1]) schon vor 25 bis 30 Jahren in seinen Arbeiten über die Zersetzungserscheinungen des Bauholzes und die Krankheiten der Waldbäume die chemischen Veränderungen der Holzsubstanz und des Inhalts der Markstrahl- und Cambiumzellen fermentativen Einwirkungen der betreffenden Pilze zuschrieb, sind deren Enzyme bis auf die neueste Zeit von den Forschern keiner eingehenderen Prüfung gewürdigt worden, bis es Czapek[2]) gelungen ist, im *Merulius lacrymans* die Existenz eines vollständig neuen Fermentes nachzuweisen, dem das Vermögen zukommt, das Holz in Cellulose und einen anderen, schon früher[3]) von Czapek isolirten Componenten desselben, den Träger der Ligninreaction, das Hadromal, zu spalten.

Eine eingehendere Untersuchung und experimentellen Nach-

---

[1]) Hartig: Zersetzungserscheinungen des Holzes. Berlin 1878.
Hartig: Lehrbuch der Baumkrankheiten. Berlin. (Aufl. I.) pp. 37—38, 96. (*Merulius*).
Hartig: Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Berlin.
Hartig: Der ächte Hausschwamm. Berlin 1885.

[2]) B. d. Bot. G. 1899. p. 165.

[3]) Czapek: Ueber die sogenannten Ligninreactionen des Holzes. (Zeitschrift für physiolog. Chemie. Bd. XXVII. 1899. p. 141.)

weis der übrigen Fermente des *Merulius* und solcher anderer holzbewohnender Pilze hat aber auch Czapek nicht vorgenommen.

1896 hat Hjort[1]) in zwei Hymenomyceten und Holzbewohnern (*Polyporus sulfureus, Agaricus ostreatus*) ein trypsinähnliches proteolytisches Ferment nachgewiesen und eingehender untersucht.

An ausgedehnteren Versuchen, die sich auf höhere Pilze erstrecken, liegen nur die Arbeiten Bourquelots und Hérisseys[2]) vor, die in einigen holzbewohnenden Pilzen emulsinähnliche Fermente gefunden haben.

Es erscheint somit zur Ergänzung unserer Kenntniss der Verbreitung der Enzyme nicht überflüssig, weitere holzbewohnende Pilze nicht nur auf bereits in höheren Pilzen aufgefundene Fermente, sondern auch auf solche zu untersuchen, die bisher noch gar nicht, oder aber nur in niedrigen Kryptogamen und in Phanerogamen nachgewiesen werden konnten [z. B. Amylase und Cellulase (Cytase)].

Den bisherigen Arbeiten fehlen exacte Angaben über die Theile des Pilzkörpers, denen die gefundenen Fermente entstammen, so dass die hier durchgeführte vergleichende Untersuchung der Presssäfte aus Myceltheilen und Fruchtkörpern nicht uninteressant erscheint. Ein weiterer Punkt vorliegender Arbeit, auf den hinzuweisen ich für nöthig erachte, ist der Nachweis von Fermenten in Fruchtkörpern lange Zeit nach ihrer Reife, ja sogar nach ihrem natürlichen Absterben und Vertrocknen am Baume.

Ein Hauptgrund für die geringe Anzahl solcher Untersuchungen über die Holzbewohner unter den Pilzen dürfte wohl in der Schwierigkeit der Beschaffung geeigneten Materials liegen, und in der That gelang es auch mir bei meinen Arbeiten erst nach vieler Mühe, theils natürlich gewachsenes, theils künstlich gezogenes Material der für die Versuche zunächst in Aussicht genommenen *Merulius lacrymans* und *Agaric. melleus* zu erlangen. Erst späterhin habe ich auch Fruchtträger des *Polyporus squamosus* bearbeitet.

II. Culturversuche.

Bei unserer geringen Kenntniss der Culturbedingungen des *Merulius lacrymans* und *Agaricus mellevs* erschien die Möglichkeit einer künstlichen Cultur, besonders des letzteren, gering, und ich darf wohl gleich bemerken, dass meine diesbezüglichen Bemühungen, die ich nur des biologischen Interesses halber kurz anführen will, theilweise resultatlos geblieben sind.

Wenn auch Hartig[3]) und Brefeld[4]) die Zucht von *Agaric. melleus* aus Sporen gelungen ist, so konnten auf solche Weise doch nicht grössere Mycelmassen gewonnen werden, da sich nach kurzem Wachsthum bereits die Mycelfäden zu Hyphensträngen vereinigten, aus denen sich dann ausschliesslich die Form der Rhizomorpha bildete. Versuche in dieser Richtung waren also

[1]) Centralblatt f. Physiologie. Bd. X. 1896. p. 192.
[2]) Comptes rend. Soc. de Biolog. Série IX. Tome V. 1893. p. 804.
[3]) Hartig: Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Berlin.
[4]) Untersuchungen aus dem Gesammtgebiet der Mycologie. H. III.

von vornherein aussichtslos und ich war somit auf natürliches gesammeltes Material des *Agaricus* angewiesen.

Anders war es in Bezug auf den Hausschwamm[1]); hier war es Hartig[2]) gelungen, die Sporen zur Keimung zu bringen, und ich versuchte nach Herrn Professor Hartig's persönlichen Angaben die künstliche Zucht des Hausschwammes.

Ich verwendete hierzu kleine feuchte Kammern von etwa 10 cm Durchmesser, in die die Objectträger mit einem Tropfen der betreffenden Nährmedien und 2—3, mit einer feinen Nadel oder Platinöse isolirten Sporen beschickt, eingelegt und so täglich offen, ohne Deckglas unter dem Mikroskop der Beobachtung unterzogen werden konnten, ohne während der Versuchsdauer einzutrocknen. Andere Culturversuche wurden im hängenden Tropfen vorgenommen. Alle Nährmedien waren nach Hartig's Angaben mit wenig Urin oder auch mit Alkalicarbonat versetzt, und zwar kamen in Verwendung: Ammoncarbonatlösungen verschiedener Concentration, Wasser mit Zusatz von etwa 2 Tropfen Ammoniakflüssigkeit auf 10 ccm oder mit Zusatz von Urin, des weiteren Pflaumendecoct 1 + 3, nach Brefeld's Angabe[3]) durch 24stündiges Digeriren als klare Flüssigkeit gewonnen; Holzdecoct, Abkochung von 120 gr Fichtenholzfeile in 500 ccm Wasser, in der Weise dargestellt, dass das beim 1½stündigen Erhitzen verdampfte Wasser ersetzt wurde und das Gesammtproduct 500 ccm ergab.

Auch das Holz- und Pflaumendecoct wurde mit geringen Urinmengen versetzt. Schliesslich habe ich noch analoge Versuche angestellt, in denen die erwähnten flüssigen Nährlösungen mit 5 pCt. Gelatine vermengt wurden, um einen etwas consistenteren Nährboden, der auch gegenüber den Zufälligkeiten der Berührung bei der mikroskopischen Untersuchung ohne Deckglas weniger empfindlich sei, zu gewinnen. Bei keinem einzigen dieser Versuche konnte ich Sporenkeimung beobachten.

Ob das Fehlschlagen meiner Versuche in dieser Richtung der Wahl der Nährböden, oder dem Entwicklungsstadium des betreffenden Sporenmaterials, das übrigens aus frischen Fruchtträgern gewonnen und sofort ausgesät worden war, zuzuschreiben ist, lasse ich dahingestellt. Ich glaube, mit mehr Berechtigung das erstere annehmen zu dürfen, denn auch Hartig ist es bei seinen diesbezüglichen Experimenten nur gelungen, 2—5 pCt. aller in Beobachtung genommenen Sporen zur Bildung von kurzen Keimschläuchen zu bringen[4]).

Ich will nicht unerwähnt lassen, dass ich noch weitere Züchtungsversuche unternommen habe, und zwar diesmal in der Weise,

[1]) Erst nachträglich ist mir die Arbeit von Poleck (Separat-Abdruck aus Botan. Centralbl. Bd. XXII. 1895. No. 18—20 p. 9) bekannt geworden, dem es gelungen ist, *Merulius*-Sporen auf ihrem natürlichen Substrat, auf Holz, zur Keimung zu bringen.

[2]) Hartig: Der ächte Hausschwamm.

[3]) Brefeld: Untersuchungen aus dem Gesammtgebiet der Mycologie.

[4]) Hartig: Der ächte Hausschwamm.

dass ich Mycelstücke, d. h. Stücke der Stränge[1]), die der Hausschwamm in Kellern auf Steinböden gewissermassen als stolonenartige Gebilde auf grössere Entfernungen hin aussendet, und die sich durch Austreiben im Feuchtraume als lebensfähig erwiesen hatten, in die gleichen, sterilisirten Nährmedien in sterilen Schalen einbettete. Holzdecoct- und Zwetschgensaftgelatine kamen zur Verwendung, gleichzeitig aber auch ein von Brefeld[2]) empfohlener Nährboden für saprophytische und parasitäre höhere Pilze, nämlich mit Pflaumen- bez. Holzdecoct imbibirtes ungesäuertes Schwarzbrot (sogenanntes Grahambrod). Ich habe dabei wohl in Betracht gezogen, dass selbst der sterilisirte Nährboden nach kurzer Zeit durch die den Mycelstücken anhaftenden Keime wieder inficirt werden müsse, habe aber gehofft, dass das kräftig wachsende Mycel andere Organismen überwuchern würde. Dagegen fand ich alsbald umgekehrt, dass das Strangstück abgestorben und die Gelatine von einer ganzen Mustersammlung von Schimmelpilzen überzogen, auch grösstentheils durch Bakterien verflüssigt war.

Von einer an *Agaricus melleus* erkrankten Fichte hatte ich ein kleines Rindenstück in geschlossenem Gefässe in Pflaumendecoct eingelegt und es nach 3 Tagen, wohl in Folge der Feuchtigkeit, austreibend gefunden, doch ging dies Mycel nach wenigen Tagen wieder ein, so dass ich diese Versuche nicht weiter verfolgte.

Die einzige Methode, die schliesslich zum Ziele führte, war die Cultur des Hausschwammes aus bereits inficirtem Holze in künstlichen Feuchträumen, geräumigen verschliessbaren Glaskästen, deren Blechboden mit Wasser bedeckt war, und in denen die Atmosphäre durch Zerstäubung von Wasser täglich mit Feuchtigkeit übersättigt wurde. Für Angaben über dies Verfahren bin ich Herrn Professor Hartig persönlich zu grösstem Danke verpflichtet. Ich habe bei Ausführung der Versuche einige vergleichende Beobachtungen angestellt, die anzuführen bei unserer sehr mangelhaften Kenntniss der Bedingungen künstlicher Cultur der Hymenomyceten im Allgemeinen und der Holz-Saprophyten und Parasiten im Besonderen, nicht uninteressant erscheinen dürfte. Es ist mir wenigstens ausser Brefeld's und Hartig's *Agaricus*-Züchtung bisher nur eine Arbeit bekannt geworden, die die Cultur eines holzbewohnenden Pilzes beschreibt. Constantin und Matruchot[3]) nämlich haben die Sporen von *Collybia velutipes* zur Keimung gebracht und das in flüssigem Medium ausgekeimte Mycel auf sterile Holzstücke übertragen. Nach einigen Wochen oder Monaten hatten sich Fruchtträger von sehr kleinen Dimensionen gebildet. Dass ich ein ähnliches Verfahren nicht in Anwendung bringen konnte, habe ich oben bereits ausführlich erwähnt und begründet.

---

[1]) Hartig: Der ächte Hausschwamm. p. 13.
[2]) Brefeld: Untersuchungen aus dem Gesammtgebiet der Mycologie.
[3]) Constantin et Matruchot: Culture d'un champignon lignicole. (Comptes rend. Vol. CXIX. 1894. p. 752.)

Die Beobachtungen, die ich bei Ausführung der Versuche machte, erstreckten sich in zweierlei Richtung, auf den Einfluss der Temperatur und den Einfluss liquiden Wassers auf die Entwicklung des Hausschwammmycels.

Eine grössere Menge meruliuskranken Holzes, das sich in den verschiedensten Stadien der Zersetzung befand, brachte ich in den Feuchtraum; nach 8 Tagen trat stellenweise Mycelbildung in Form dichter weisser Polster, deren Hyphen unter dem Mikroskop die charakteristische Schnallenzellenbildung[1]) zeigten, auf. Eine derartig langsame und spärliche Entwicklung konnte aber kaum meinen Zwecken entsprechen, und ich legte, veranlasst durch eine Bemerkung in Hartig's Buch über den Hausschwamm[2]), den grösseren Theil der kranken Holzstücke etwa 12 Stunden in Wasser ein, bis sie sich vollständig angesaugt hatten, behielt aber von den verschiedenen Zersetzungstadien, die sich ja leicht durch Färbung und Gewicht erkennen lassen, Controlproben zurück, um zu beobachten, in welcher Weise die Anwesenheit grosser Feuchtigkeit auf die Mycelbildung einwirken würde. Es zeigte sich nun ein überraschend starker Contrast zwischen dem nur hygroskopisch feuchten und dem ganz durchnässten Holz, indem das letztere nunmehr in wenigen Tagen von einem üppigen schneeweissen Mycel überzogen war, während die Controlstücke fast kein Weiterwachsen des Mycels erkennen liessen.

Als ich nach längerer Zeit, etwa 3 oder 4 Wochen, schliesslich auch diese Stücke mit Wasser durchtränkte, entwickelte sich das Mycel wie an dem übrigen Holze.

Theils gleichzeitig mit dem inficirten Holze, theils erst nach Ausbildung des Mycels legte ich Stücke gesunden Fichtenholzes sowie glattgehobelte durchnässte Fichtenholzbretter in den Feuchtraum in Berührung mit dem kranken Holze, bezw. mit dem ausgebildeten Mycel, ein. Nach 5 Tagen schon war das Mycel an den Brettern stellenweise festgewachsen, aber jede Weiterentwicklung des Pilzes schien hier nach innen fortzuschreiten, da äusserlich an den frisch erkrankten Stellen nur schwache Mycelbildung zu erkennen blieb im Gegensatz zu den alten Holzstücken, wo das Mycel kräftig sprossend in Bälde die ganze Fläche überzog.

Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich diese Verschiedenartigkeit in dem Flächenwachsthum des *Merulius* in beiden Fällen dem Zusammenwirken zweier Umstände zuschreibe, nämlich einerseits, da wo das Mycel an alten Brettern grössere Rasen bildete, der allseitigen Ausbreitung lebensfähiger Hyphen in den alten Stücken, direct unter der Oberfläche, anderseits einem gewissen Nahrungsmangel in diesem theils zersetzten Holz, dessen für den Pilz brauchbare Bestandtheile schon zumeist aufgezehrt und ausgelaugt waren, ein Mangel, der den Pilz gewissermaassen nahrungssuchend nach aussen trieb; dagegen mag in den frischen Stücken reichlicher Gehalt an Nährstoffen im Holze selbst und eine nur

[1]) Hartig: Der ächte Hausschwamm.
[2]) loc. cit. p. 33 „liquides Wassers fördert die Entwicklung“.

locale Verbreitung des Mycels ein Nach-innen-wachsen veranlasst haben.

Der Feuchtraum war in einem ununterbrochen geheizten Raume, der directen Strahlung des Ofens ausgesetzt, aufgestellt. So war die Temperatur, in Folge des Ausschlusses jeder Abkühlung durch Luftströmungen, höher als die Zimmertemperatur, etwa die eines Warmhauses. Es war also die Entwicklung des *Merulius* bei dieser Temperatur eine äusserst rapide; Stücke desselben Materials dagegen, die mit Wasser durchtränkt auf feuchtem Sand in einem feuchten Kellerraum untergebracht wurden, zeigten erst nach mehreren Wochen bemerkbare Weiterbildung des Mycels; eingelegte Stücke gesunden nassen Holzes waren aber selbst dann nur wenig angegriffen.

Mein *Merulius* entwickelte sich nun im Feuchtraum kräftig weiter; nach etwa 2 Wochen (18 Tagen) zeigte sich an einer Stelle von etwa 6 qcm Ausdehnung eine schwache Gelbfärbung, umrandet von einem compakt aussehenden blendendweissen Wulst; in weiteren 5 Tagen hatte sich diese Stelle zu einem jungen Fruchtträger umgebildet und von nun an traten solche Fruchtträger oft in grosser Ausdehnung etwa 60—100 qcm gross und in grosser Zahl auf. Stellenweise schrumpfte mit zunehmendem Alter das flaumige junge Mycel ein, theils bildete es compaktere dem Holz aufliegende Lamellen, und wuchs in dieser Weise fort, bis ich es nach 6—7 Wochen in näher zu beschreibender Weise einsammelte und das inficirte Substrat, die Holzstücke, von neuem austreiben liess. Die Entwicklung nahm wieder denselben Verlauf, wie bei den ersten Versuchen.

Ich komme hiermit zur Besprechung eines für meine Arbeit sehr wichtigen Punktes, der Einsammlung des Materials und der zur Gewinnung eines Presssaftes aus *Agaricus* und *Merulius* eingeschlagenen Methode.

III. Pressmethode und Ausbeute.

Das äusserst spärliche Material, dessen ich trotz aller Bemühungen habhaft werden konnte, verhinderte mich, einen Presssaft von der Concentration, wie ich es wünschte, zu erzielen, denn es war meine Absicht gewesen, mein Material analog dem von E. Buchner für die Hefe befolgten Verfahren[1]) zu behandeln und auszupressen. Statt dessen sah ich mich gezwungen, zur Erzielung einer nur einigermassen zu Versuchen verwendbaren Quantität Pilzauszuges erhebliche Mengen Wassers dem Material zuzusetzen; während Buchner seiner zerriebenen Hefe zunächst kein, und erst dem Pressrückstand 10 % Wasser zusetzte, musste ich gleich von Anfang an ein meinem zerriebenen Material gleiches Gewicht Wasser zufügen, um dann successive ein zweites, drittes und viertes Mal mit ebensolchen

[1]) B. d. D. Ch. G. 1897. p. 117. 1110. 2668.
1898. p. 200 202. 209. 568. 1084. 1090. 1531. 2335
1899. p. 127. 2086.

Wassermengen auszuziehen. Erst im späteren Verlaufe meiner Arbeit bekam ich eine genügende Menge äusserst saftreichen *Merulius*-Mycels in die Hände, das ich dann ohne jeden Wasserzusatz genau nach Buchner's Methode verarbeitete.

Ich will das angewendete Verfahren und die dabei eingehaltenen Mengenverhältnisse etwas ausführlicher angeben, da ich meine nachfolgenden Versuche auf Fermentwirkung in der Weise angeordnet habe, dass ein Vergleich der einzelnen Auszüge mit einander möglich war, und die Kenntniss dieser Daten zum Verständniss der später angeführten Resultate nothwendig ist. Ich beabsichtigte nebenbei vergleichend festzustellen, welcher der einzelnen Auszüge die grössere Fermentmenge gelöst enthielte, um auch gleichzeitig Anhaltspunkte für eine Verbesserung der Methoden bei einer eventuell nöthig werdenden zweiten Pressung zu gewinnen.

Bei Buchner's Versuchen haben sich die späteren Presssaft-Antheile weit wirksamer gezeigt, als die im Beginn des Pressens erhaltenen [1]).

Es handelte sich also darum, zu ermitteln, ob dieser Fall auch in den hier durchgeführten Versuchen eintreten oder aber ob das Ferment in anderen Verhältnissen in die aufeinander folgenden Auszüge übergehen würde. Bei der grösseren Menge zugesetzten Wassers war es wahrscheinlicher, dass die Auszüge eine gleiche oder nur langsam abnehmende Enzymmenge enthielten. Diese letztere Annahme fand sich denn auch bestätigt, so dass es für spätere Versuche gerathen erschien, sofort eine erheblichere Wassermenge dem Materiale zuzufügen, wenigstens da wo aus Mangel an Substanz ein genaues Einhalten von Buchner's Methode nicht möglich war.

Das von Buchner's Verfahren nur wenig abweichende Pressen geschah in der Weise, dass das Material mit Sand und Kieselguhr zerrieben, mit Wasser zu einem weichen Teig verarbeitet und so vorbereitet, in ein doppeltes Presstuch eingeschlagen, einem langsam auf 300—400 At. gesteigerten Drucke etwa eine Stunde lang unterworfen wurde.

Zur Herstellung weiterer Auszüge wurde dann der Presskuchen entweder für sich oder mit geringem Sandzusatz abermals verrieben und mit einer entsprechenden Menge Wassers durchgearbeitet. Jeder der so erhaltenen Auszüge wurde aus den oben genannten Gründen gesondert aufgefangen und im Eisschrank aufbewahrt

Agaricus melleus.

Die Einsammlung des Materiales von *Agaric. melleus* bot die meisten Schwierigkeiten, dadurch vornehmlich, dass das Mycel nur in sehr zarter Schicht zwischen Rinden- und Holzkörper der mir durch Herrn Professor Hartig's Güte zur Verfügung stehenden Fichtenstöcke zu finden war; durch Arbeiten mit

[1]) Ber. d. D. Chem. Gesellsch. 1899. p. 2087.

Pincette und Schaben mit dem Messer gelang es mir nur 17 gr mit Holztheilchen vermischten Materials aus der abgeschälten Rinde und von dem geschälten Stamm abzukratzen. Diese 17 gr wurden über Nacht in einer Aetheratmosphäre aufbewahrt und nächsten Tages unter Zusatz von 20,0 Quarzsand und 5 gr Kieselguhr zu Pulver zerrieben, dann mit 19,0 Wasser durchfeuchtet und wie oben angegeben gepresst. Die Ausbeute an Saft betrug 15 ccm; ein zweiter und dritter[1]) Auszug mit 23 cc Glycerinwasser (Glycerin und H_2O zu gleichen Theilen) ergab nochmals 15 cc, während aus einem vierten und fünften Auszug, jeder mit etwa 20 cc Wasserzusatz, je ca. 15 cc Saft gewonnen wurden. Ich muss hier vorgreifend bemerken, dass im späteren Verlauf meiner Arbeit die erst einzeln untersuchten Säfte vereinigt wurden (vergl. p. 106, 110, 113).

Eine tabellarische Uebersicht wird diese Ergebnisse am kürzesten und deutlichsten klarlegen.

Tab. I. *Agaricus melleus.*

	Materialmenge	Quarzsand-zusatz gr	Kieselguhr-zusatz gr	Wasserzusatz ccm	Ausbeute ccm
1	17 gr Mycel	20 0	5,0	19,0	15
2	Presskuchen	0	0	Glycerin- 12,0	2
3	"	10	3	wasser 11,0	13[2])
4	"	0	0	ca. 20,0	ca. 15
5	"	0	0	ca. 20,0	ca. 15
	17 gr	30	8	82	60[2])

Verhältniss von Material zu Wasserzusatz 1 : 5.

Darnach wurden 17 gr *Agaricus*-Mycel mit beinahe dem fünffachen ihres Gewichts an Wasser versetzt; die 60 bezw. 50 cc gewonnenen Saftes waren also nach der Vereinigung keineswegs sehr concentrirt.

Merulius lacrymans.

Der in etwas reichlicherer Menge gewachsene Hausschwamm liess beim Einsammeln eine Trennung des Materiales zu, die die späterhin ausführlich mitzutheilenden Versuchsergebnisse ziemlich interessant erscheinen lässt. Ich suchte, wie ich schon erwähnt (vgl. p. 91), nach Möglichkeit

1. das junge, flaumige Mycel,
2. die Mycellappen und -Stränge (altes Mycel),
3. die Fruchtträger

[1]) Nur der Exactheit halber will ich anführen, dass bei der zweiten Pressung das Presstuch, nachdem etwa 2 cc Saft abgetropft waren, mehrmals zerriss und ich dadurch gezwungen wurde, Auszug 2 mit dem dritten zu vereinigen; ein weiterer Unglücksfall mit eben diesen Auszügen verringerte die Ausbeute nochmals auf 5 cc ziemlich verdünnten Saftes; diesen Verlusten und der daraus folgenden Verdünnung der später vereinigten Auszüge mag zum Theil die weit schwächere Wirkung meines *Agaricus*-Saftes gegenüber dem *Merulius*-Saft zuzuschreiben sein.

[2]) cf. obige Anmerkg. Verlust von 10,0 ccm. Gesammtausbeute dadurch nur 50 ccm.

zu scheiden und behandelte jede dieser Partien für sich in analoger Weise wie *Agaricus melleus*.

Ueber die eingehaltenen Mengenverhältnisse mögen die folgenden kleinen Tabellen II, III und IV, nebst ihren Erläuterungen Aufschluss geben.

Tab. II. Junge Hyphen von *Merulius lacrymans*.

	Material	Quarzsand-zusatz gr	Kieselguhr-zusatz gr	Wasserzusatz ccm	Ausbeute
1	Junge Hyphen 5.0	10,0	3,0	5,0	4.0

Erläuterung. Nur ein Auszug versuchsweise; keine weiteren Auszüge, da die geringen Mengen kaum nennenswerthe Ausbeuten liefern konnten.

Tab. III. Altes Mycel von *Merulius lacrymans*.

	Material	Quarzsand-zusatz gr	Kieselguhr-zusatz gr	Wasserzusatz ccm	Ausbeute
1	15,0 gr Mycel	30,0	5,0	10,0	9,0
2	Presskuchen	—	—	10,0	11,0
3	„	—	—	15,0	16,0
	15,0	30,0	5,0	35,0	36,0

Verhältniss von Material zu Wasserzusatz ca. 1 : 2.

Tab. IV. Fruchtträger von *Merulius lacrymans*.

	Material	Quarzsand-zusatz gr	Kieselguhr-zusatz gr	Wasserzusatz ccm	Ausbeute
1	30,0 gr Fruchttr.	80,0	16,0	17,0	17,0
2	Presskuchen	—	—	20,0	13,0
3	„	—	—	20,0	21,0
	30,0	80,0	16,0	57,0	51,0

Erläuterungen. Sporen nach dem ersten Zerreiben noch theilweise unter dem Mikroskop erkennbar. Grössere Mengen Sand und Kieselguhr, weil Material sehr saftreich.

Verhältniss von Material zu Wasserzusatz ca. 1 : 2.

Da im späteren Verlauf der Experimente die sämmtlichen Auszüge aus später zu erwähnenden Gründen vereinigt wurden, soll Tabelle V noch eine Uebersicht über das Verhältniss des Gesammtmateriales zu Wasserzusatz und Ausbeute geben.

Darnach ergaben 50 gr frischen Materials mit etwa dem doppelten an Wasser 91 cc Saft der also bedeutend concentrirter war als mein *Agaricus*-Auszug. Es erklärt sich wohl zum grossen Theil hieraus die aus späteren Versuchen ersichtliche bedeutend kräftigere Wirkung, besonders des proteolytischen Fermentes in den *Merulius*-Auszügen.

Tab. V. Verhältniss des Gesammtmaterials zu Wasserzusatz und Ausbeute.

Material	Gewicht gr	Wasserzusatz	Ausbeute	Kieselguhrzusatz	Quarzsandzusatz
Junge Hyphen	5	5	4	3	10
Altes Mycel	15	35	36	5	30
Fruchtträger	30	57	51	16	80
	50	97	91	24	120

Verhältniss von Material zu Wasserzusatz etwa 1 : 2.

Es erscheint mir nicht unwesentlich, nochmals eine zusammenfassende Uebersicht der erhaltenen Säfte zu geben, ehe ich zur Beschreibung der mit denselben vorgenommenen Versuche übergehe.

Es waren also erhalten worden:

Aus *Agaricus melleus:*
5 bezw. 4 Auszüge, insgesammt mit 50 cc Flüssigkeitsmenge.
Verhältniss von Substanz zu Wasserzusatz 1 : 5.

Aus *Merulius lacrymans:*
Aus altem Mycel 3 Auszüge (36 cc).
Aus jungem Mycel 1 Auszug (4 cc).
Aus den Fruchtträgern 3 Auszüge (51 cc).
Verhältniss von Substanz zu Wasserzusatz 1 : 2.

Trockensubstanzbestimmungen des zu all diesen Auszügen verwendeten Materials wurden, so wünschenswerth sie auch zum Vergleich der Concentration des Säfte waren, unterlassen, da die geringen Substanzmengen in der sparsamsten Weise verarbeitet werden mussten.

Anders lagen die Verhältnisse bei meinen weiteren Versuchen, wo ich äusserst saftreiches Mycel in genügender Menge zur Verfügung hatte. Hier konnte ich wenigstens eine approximative Trockensubstanzbestimmung durchführen, um danach meine Berechnungen anzustellen.

1,39 gr frisches Material verloren bei 110° 1,11 gr,
also Trockensubstanz = 0,28 gr
d. i. abgerundet 20% Trockensubstanz (20,1 %),
80% Feuchtigkeit (79,9 %),

Resultate, deren Genauigkeit ausreichend ist, um einen Anhaltspunkt zu geben für das Verhältniss der Wirksamkeit der Fermente zu der in Anwendung gebrachten Mycelmasse.

Wie ich erwähnt (p. 96), wurde dieses Mycel nach Buchner's Methode[1]) erst ohne irgend welchen Wasserzusatz gepresst. Ein zweiter Auszug aus dem rückständigen Presskuchen dagegen wurde entsprechend den bei den ersten Versuchen gemachten

[1]) B. d. D. chem. Ges. 1897. p. 117. 1110. 2668.
1898. p. 200. 202. 209. 565. 1084. 1090. 1531. 2335.
1899. p. 127. 2086.

Erfahrungen (pp. 96, 106 ff.) und nicht in Uebereinstimmung mit Buchner's Methode, sofort mit einem gleichen Gewichtstheil Wasser versetzt und nach 24 Stunden die Flüssigkeit abgepresst.

Material.	Sand.	Kieselguhr.	Ausbeute.	Trockensubstanz.
175 gr Mycel.	90 gr	40 gr.	86 ccm (fast 50%) Saft.	36,0

Die Trockensubstanz beträgt somit rund 42% des erhaltenen Presssaftes, somit entspricht jeder Cubikcentimenter Saft = 0,42 Trockensubstanz oder 2,1 Mycel.

Uebersicht:

Es entsprechen 100 gr Mycel 80% Feuchtigkeit.
20 gr Trockensubstanz.
50 gr Saft.
Es entsprechen 100 ccm Saft 42 gr Mycel trocken.
210 gr Mycel frisch.

Die Pressung des Rückstandes mit Wasserzusatz ergab noch 60 cc sehr kräftig wirkenden Saftes, der zu einigen beiläufigen Versuchen Verwendung fand.

Polyporus squamosus.

Von *Polyp. squamosus* habe ich aus getrockneten Fruchtträgern, die zu zwei verschiedenen Zeiten nach ihrer Reife gesammelt wurden, Presssäfte durch Wasserzusatz erzielt.

Die colossalen Fruchtträger dieses Baumparasiten beginnen in den frühen Sommermonaten (Mai, Juni) sich an Laubbäumen zu zeigen und sterben im Laufe der Wintermonate ab, indem sie am Baume vertrocknen. Etwa Ende Januar findet man sie, wenigstens war dies bei meinem Exemplar der Fall, noch grossentheils saftig, aber schon von Insecten angebohrt an den Bäumen. Im März dagegen sind sie hart und vertrocknet. Zu diesen beiden Zeiten nun wurden solche Fruchtträger vom Baume gebrochen und zur Gewinnung der Fermente in nachstehender Weise behandelt:

Januar-*Polyporus:* Der Fruchtträger war mehrere Wochen im Laboratorium gelegen und vertrocknet. 30 gr desselben wurden dem Basaltheile entnommen, 24 Stunden in Wasser gelegt und dann gewiegt, um mit Sand zerrieben zu werden.

Der zerriebenen Masse wurden dann 50 gr Glycerin zugesetzt und mit Wasser auf 300 gr ergänzt, nach 24 Stunden unter hohem Druck — 300 bis 400 At. — ausgepresst. Ausbeute 300 ccm; Verhältniss von Trockensubstanz zu Presssaft 1 : 10.

Der Saft aus dem „März-*Polyporus*", wie ich mich der Kürze halber jetzt und im Folgenden ausdrücken will, wurde hergestellt, nachdem ich die Pressung des *Merulius lacrymans* ohne Wasserzusatz vorgenommen, und die Trockengewichtsbestimmungen dieses Pilzes ausgeführt waren (s. p. 99, 100).

Diesen Resultaten approximativ entsprechend wurden 60 gr des scharf getrockneten und von den äusseren unreinen Theilen durch Schälen befreiten Fruchtkörpers gepulvert und nach einander mit 120, dann mit 50 gr Wasser ausgezogen und gepresst, so dass analog dem *Merulius*-Saft das Verhältniss von trockenem Pilz zu angewandtem Menstruum ca. 40 : 100 betrug.

Aus einem Theile des erhaltenen Januar-*Polyporus*-Saftes wurde auch das Ferment als solches isolirt, das proteolytische nach der Wittich'schen Methode durch Fibrin, wie später beschrieben werden soll (p. 114), die gesammten Fermente aber durch Fällen mit der achtfachen Menge Alkohol. 100 cc Saft ergaben nach diesem Verfahren 0,257 gr eines braungelben bei 37° getrockneten Niederschlags, der in 100 cc Wasser gelöst, qualitativ dieselbe Wirksamkeit zeigte, wie der reine Saft.

Schliesslich wurden noch Versuche angestellt, um zu ermitteln, ob nach der Zerstörung des Substrates durch holzbewohnende Pilze noch Theile oder auch eine grössere Menge der Fermente in dem Reste des zerstörten Holzes zurückbleiben.

Kein Pilz eignet sich zu derartigen Untersuchungen, wie *Merulius lacrymans*, bei dem mit der Erschöpfung des Holzes an nährungstüchtigen Substanzen das Mycel abstirbt und dessen Protoplasma in die jüngeren Myceltheile nachwandert[1]), so dass im letzten Zersetzungsstadium nur mehr eine braune Masse übrig bleibt, die wohl noch die Structur des Holzes zeigt, in der aber kein Rest der Pilzhyphen mehr aufzufinden ist.

So mag es geschehen, dass, während die „verdauten" Bestandtheile des Holzes und die alten Pilzhyphen mit ihrem Plasma resorbirt werden, ein Theil des Fermentes zurückbleibt und sich dann aus dem zerstörtem Holz ausziehen lässt. Anderntheils ist es nach Hartig[2]) auch möglich, „dass diese eiweissartigen Substanzen nach Verrichtung der ihnen zukommenden Functionen vom Pilze wieder aufgenommen werden".

Ein gewichtiger Einwand lässt sich allerdings dagegen erheben, ein aus solchen Holzresten gewonnenes Ferment als von dem Hausschwamm im Holze zurückgelassen zu betrachten, nämlich der, dass dasselbe Bakterien entstammen könnte.

Ich möchte aber dagegen betonen, dass zur Erzielung einer nur einigermaassen in Betracht fallenden Ablagerung von Bakterienfermenten, diese Spaltpilze das Holz so stark durchsetzt haben müssten, dass nur mehr eine structurlose Masse — verfaultes, zerfallenes Holz — übrig bliebe.

Es durfte also wohl für den Fall eines positiven Ergebnisses dieses Versuches das gefundene Ferment als dem *Merulius* entstammend und im Substrat zurückgeblieben zu betrachten sein, vorausgesetzt, dass mit den nöthigen antiseptischen Cautelen gearbeitet wurde, während im entgegengesetzten Falle erwiesen ist, dass mit dem Verschwinden des Pilzes auch das Ferment in dem

---

[1]) **Hartig: Der echte Hausschwamm. p. 10.**
[2]) **Hartig: Der echte Hausschwamm.**

Substrat vernichtet oder auch von dem nachwandernden Plasma zusammen mit aufgenommenen Nährstoffen wieder resorbirt wird.

Das eingeschlagene Verfahren war folgendes:

70 gr gepulvertes, sehr stark zersetztes *Merulius*-Holz wurden mit 140 gr, und der Rückstand nochmals mit 50 gr stark chloroformhaltigen Wassers 12 Stunden macerirt und unter 350 At. Druck ausgepresst. Ausbeute fast die ganze zugesetzte Flüssigkeitsmenge. Verhältniss von Substanz zu Saft 1 : 2.

Die Versuche sollen später beschrieben werden.

IV. Beschreibung der Säfte.

Die aus *Agaricus melleus* gewonnenen Auszüge bildeten hellgelbe bis bräunliche, fast klare Flüssigkeiten, die keinen specifischen Geruch zeigten, in Folge mitabgeschabter Stamm- oder Rindentheile wenig nach Holz schmeckten und nicht süss waren.

Eiweiss konnte weder durch die Millon'sche Probe noch auch durch Zusatz von $NaOH$ und nachheriges Ansäuern mit wenig Essigsäure nachgewiesen werden, dagegen entstand beim Kochen mit Fehling ein starker Niederschlag von Cu_2O. Reaction sehr schwach sauer, fast neutral.

Die Presssäfte der ersten *Merulius*-Ernte waren im Gegensatz zu den Auszügen aus *Agaricus* stark gefärbt; der Hyphensaft dunkelgelb, der Saft der Fruchtträger dagegen braun; beim Ablaufen von der Presse waren diese Flüssigkeiten trübe, setzten aber nach einigen Tagen im Eisschrank klar ab unter Bildung eines Bodensatzes, der wohl aus mitgerissenen Kieselguhrpartikelchen, vielleicht auch etwas Sand bestanden haben dürfte. Diese Säfte besassen in ausprägtem Maasse in Geruch und Geschmack das angenehme Aroma des frischen Hausschwammes, das, wie Hartig[1]) mit Recht sagt, dem unserer Speisepilze kaum nachsteht, und waren ausgesprochen süss. Entsprechend der stärkeren Concentration dieser Säfte (2 : 1 bei *Merulius*, dagegen 5 : 1 bei *Agaricus* [siehe p. 99]) trat hier eine, wenngleich schwache, so doch deutliche Eiweissreaction auf Millon durch Bildung eines geringen röthlichen Coagulums ein, während beim Kochen für sich keine Trübung neben der schon vorhandenen Opalescenz zu erkennen war.

Auch hier trat beim Kochen mit Fehling eine starke Reduction von Cu ein, eine Erscheinung, die mir um so auffälliger ist, als Poleck[2]) in seiner Arbeit erwähnt, dass er weder Mannit noch Zucker im Hausschwamm nachweisen konnte. Dieses Resultat Poleck's steht auch im Gegensatz zu der später zu besprechenden Thatsache, dass *Merulius* ein Ferment enthält, das Stärke zu hydrolisiren vermag, und eines das Cellulosemembranen zu corrodiren im Stande ist.

Reaction der verschiedenen Auszüge schwach sauer.

---

[1]) Hartig: Der echte Hausschwamm.

[2]) Göppert: Der echte Hausschwamm etc. Herausgeg. von Poleck. Breslau 1885. p. 20.

Der durch directe Pressung ohne Wasserzusatz erhalteen Saft zeigte die oben erwähnten Eigenschaften der verdünnten Säfte in erhöhtem Maasse, war aber ganz ausserordentlich süss, fast klar und so dickflüssig wie etwa eine concentrirte Zuckerlösung. Obwohl hier ausschliesslich Mycel, und zwar ganz weisses, höchstens etwas weisslichgelb bis rosa gefärbtes in Arbeit genommen wurde, war der erhaltene Saft tief dunkel gefärbt; diese dunkle Färbung hatte schon früher die Vermuthung veranlasst, dass die Gegenwart eines Gerbstoffs durch Berührung mit den Eisentheilen der Presse diese Färbung veranlasst habe; eine Prüfung mit $FeCl_3$ ergab jedoch ein negatives Resultat, so dass ich dieses Nachdunkeln der Einwirkung einer Oxydase zuschreibe, wie solche in vielen Früchten und Pilzen jetzt als die Ursache der Braunfärbung von Schnittflächen nachgewiesen ist[1]). Dieser Annahme entspricht auch die Thatsache, dass es mir gelungen ist, mittelst der Schaer'schen Reaction (Guajactinctur + H_2O_2) eine tiefblaue Färbung zu erzielen, ein Oxydationsvorgang, den Bourquelot[1]) „indirecten Oxydasen" zuschreibt, während die reinen Oxydasen ohne Wasserstoffsuperoxydzusatz mit Guajac schon Blaufärbung geben sollen.

Mir ist die Reaction nur mit H_2O_2 gelungen, und auch dies nur bei diesem concentrirteren Saft.

Dieser Presssaft wirkte wie alle anderen stark reduzirend auf Fehling und enthielt verhältnissmässig grosse Mengen von Eiweiss, die sich beim Kochen allein schon ausschieden und auch mit Millon nachgewiesen werden konnten. Eine quantitative Wägung des getrockneten Coagulums aus 1 cc ergab 2,6 mgr d. i. 0,26% coagulirbares Eiweiss.

Der Auszug aus dem Presskuchen des concentrirten Saftes (p. 100) zeigte diesem ähnliche Eigenschaften; die Millon'sche Reaction ergab noch geringen Gehalt an Eiweiss.

Der Saft des Januar-*Polyporus* war hellgelb, klar, von pilzartigem Geschmack, das Aroma dem des frischen Honigs sehr ähnlich. Dieser Saft reagirte fast neutral oder sehr schwach sauer, wie alle übrigen erhaltenen Presssäfte, reduzirte stark Fehling'sche Lösung unter Bildung eines rothen Niederschlags von Cu_2O, gab aber mit Millon'schem Reagens keine Reaction auf Eiweiss, coagulirte auch nicht beim Kochen, auch nicht auf Zusatz von Essigsäure, so dass gelöste Eiweissstoffe als nur in sehr geringer Menge vorhanden angenommen werden können.

Der Saft des März-*Polyporus* war tief dunkelbraun gefärbt und trüb — die inneren Theile des Fruchtträgers waren ganz hell-geblich — und zeigte ebenfalls den schon bei dem Januar-*Polyporus* beobachteten Honiggeruch.

Beim Kochen konnte keine Coagulation beobachtet werden, dagegen ergab Millon's Probe die Anwesenheit von Eiweiss in

---

[1]) Citirt bei Oppenheimer: Die Fermente und ihre Wirkungen. Leipzig 1900. 288 ff.

geringer Menge, und die Fehling'sche Probe einen rothen Niederschlag von Kupferoxydul.

Die vom Holze abgepresste Flüssigkeit war dunkelbraun gefärbt mit dem Geruch und Geschmack des Holzes, aus dem sie gewonnen war. Auch sie reducirte Fehling, gab aber auf Millon keine Reaction. Diese sämmtlichen Säfte behielten 4—6 Wochen hindurch, mit Chloroform versetzt und bei guter Eiskühlung, ihre fermentative Kraft, so weit beobachtet, unvermindert bei. Selbst eine in einem Saft zufällig eingetretene Gährung hatte dessen amylolytische Kraft nicht vermindert[1]), dagegen konnte nach zwei Monaten eine Abnahme der glycosidspaltenden Wirkung des Januar-*Polyporus* constatirt werden.

V. Die Fermente der Säfte.

Der Nachweis der vorhandenen Fermente gelang nur in dem einen schon erwähnten Falle (p. 103) des concentrirten Hausschwammsaftes, mittels der Guajactinktur-Wasserstoffsuperoxyd-Reaction[2]); in allen übrigen Fällen versagte dieselbe, eine Erscheinung, die jedoch für die Gegenwart von Fermenten weder positiv noch negativ beweisend ist, also ausser Acht gelassen werden kann.

Zuverlässige Auskunft über das Vorhandensein der Enzyme in Flüssigkeiten kann nur durch Beobachtung ihrer physiologischen Wirkung unter entsprechenden antiseptischen Vorsichtsmaassregeln und mit den nöthigen Controlversuchen erhalten werden, und in dieser Weise habe ich auch die unten anzuführenden Versuche durchgeführt.

Toluol, Chloroform, Thymol, in manchen Fällen auch Aether wurden verwendet, um die Wirkung der Bakterien hintanzuhalten; soweit thunlich kamen immer gleich grosse Mengen von Fermentlösung und zu spaltender Substanz in Anwendung, um eine Vergleichung nach Möglichkeit zu erleichtern.

Solche Vergleiche waren besonders Anfangs sehr erwünscht, wo es sich darum handelte, aus der Wirksamkeit der einzelnen Säfte desselben Pilzes Anhaltspunkte für eventuelle Modificationen des Pressverfahrens zu gewinnen.

Die angewandten Mengen Saft waren — wo nicht anders angegeben — 1 ccm, die eingehaltenen Temperaturen 24—37°, selten mehr.

Einzelne Abweichungen und ganz exacte Angaben finden sich in den folgenden Besprechungen der Versuche und in den tabellarischen Uebersichten.

1. Das amylolytische Ferment in *Agaricus melleus*, *Merulius lacrymans* und *Polyporus squamosus*.

Die Umbildung der Stärke in verschiedene Dextrine und Zucker unter dem Einfluss amylolytischer Fermente lässt sich,

---

[1]) Vergl. Effront, Die Diastasen. Leipzig 1900. p. 113.

[2]) Effront, Die Diastasen. p. 19/20.

wenn auch nicht quantitativ genau, so doch mit Sicherheit nachweisen durch die verschiedene Färbung, die Jod in Lösungen von Stärke und deren bei Amylasewirkung gebildeten Abbauproducten hervorruft, und deren Aufeinanderfolge: blau, violett, weinroth (Erythrodextrin), braun, gelb, farblos (Achroodextrin), das Fortschreiten des Umsetzungsprocesses kennzeichnet. Neben anderen hat z. B. Detmer[1]) diesen Nachweis bei seinen Untersuchungen über Diastase in Anwendung gezogen.

a. *Agaricus melleus* (vgl. Tab. I. p. 97).

Tabelle VI.

Ueber die einzelnen *Agaricus*-Auszüge 1—5.

1 ccm Saft, 5 ccm 1%ige Stärkelösung, 2 Tropfen Toluol.

Versuch-No.	Saft-No.:	Temp.	Jodreaction nach							
			3½ Std.	18 Std.	26 Std.	46 Std.	64 Std.	94 Std.	110 St.	5—8 Tage
4	1	22°	blau	roth	roth	gelb	farblos	—	—	—
6	2 + 3	„	—	violett	roth	roth	roth	fast farblos	farblos	—
5	4	„	blau	blau	violett	violett	violett	violett	rothviolett	roth
3	5	„	—	blau	violett	violett	rothviolett	roth	roth	—
11, 12	Controlversuche	„	—	—	blau	blau	blau	blau	blau	blau
1	1	37°	—	gelbroth	gelb	gelb	farblos	—	—	—
2	4	„	—	blau	violett	roth	roth	roth	roth	braungelb
10	Controlversuche	„	—	—	—	blau	blau	blau	blau	blau

1a Fortsetzung von Versuch 1 nach erneutem Zusatz von 5 ccm ½%iger Stärke. Nach 15 Std. violett, nach 48 Std. roth.

Die Versuche gehen vor sich bei 24° und 37°, wo nicht anders bemerkt. In Anwendung kommen 1 cc Saft und 5 cc 1% Stärkelösung, d. i. 0,05 gr Stärke. Als Desinficiens dient Toluol, 2 Tropfen auf 6 ccm Flüssigkeit. Jedem Versuch entsprach eine Controlprobe, die mit aufgekochtem Saft unter denselben Bedingungen gehalten wurde.

Bei 22° ist 1 cc *Agaricus*-Saft (No. 1), d. i. ca. 0,5 frisches Mycel (vgl. p. 97. Tab. I. No. 1) im Stande 0,05 Stärke in 18 Stunden in Erythrodextrin, in 50—60 Stunden in Achroodextrin und Zucker überzuführen (Vers. 4). Saft 2 + 3 (Vers. 6) braucht bei gleicher Temperatur zur vollständigen Verzuckerung schon etwa 100 Stunden (4—5 Tage), während Saft 4 und 5 (Vers. 5 und 3) selbst in einer Woche erst eine Umwandlung bis zu Erythrodextrin vollbringen. Bei 37° zeigt sich eine bedeutende Steigerung der amylolytischen Wirkung insofern, als Saft 1 (Vers. 1) in 18 Stunden schon Gelbfärbung (gegen roth bei 22°) veranlasst, Saft 4 aber (Vers. 2) schon in 46 Stunden Erythrodextrin gebildet hat, was ihm bei 22° erst in etwa 120 Stunden gelingt.

[1]) Jenaer Zeitschrift für Naturwissenschaft. 1884; vergl. auch Effront, l. c. p. 115.

Noch stärker wird diese Steigerung zwischen 55—60°, wo 1 cc gemischter Saft (s. p. 97) in 3 Stunden 0,025 Stärke in Erythrodextrin umgebildet hat (Vers. 97 c), also für 0,05 g, wie sie bei den übrigen Versuchen in Anwendung kamen, 6 Stunden (gegen 18 Stunden bei 22°) gebraucht haben würde[1]). Schon nach 17 Minuten hatte sich hier die diastatische Wirkung (blauviolett) geäussert.

Tabelle VIa.

Ueber die vereinigten *Agaricus*-Auszüge bei 50—60°.

Versuch No.	Einwirkung von 1 ccm *Agaricus*-gemisch auf	Temp.	Jodreaction nach				
			6 Min.	17 Min.	28 Min.	49 Min.	3 Std. 10 Minuten
97c	5 cc 1/2 % Stärkelösung	56—58°	blau	blauviolett	blauviolett	blauviolett	roth

Versuch 1 a (Tab. VI) zeigt, dass das Ferment durch längere Unthätigkeit bei höherer Temperatur[2]) an Wirksamkeit einbüsst und bei erneutem Zusatz von Stärkelösung nur mehr eine geschwächte Wirkung ausübt.

Es enthält somit *Agaricus melleus* ein amylolytisches Ferment, das ein ähnliches Verhalten wie die Diastase des Malzes zeigt; nach seinem Verhalten höheren Temperaturen gegenüber zu urtheilen, dürfte es mit dieser identisch sein.

b. *Merulius lacrymans* (Tab. No. VII).

Tabelle VII.

Ueber die einzelnen *Merulius*-Auszüge.

1 ccm Saft, 5 ccm 1/2 %ige Stärkelösung, 2 Tropfen Toluol.

Versuch No.:	Herkunft und Nummer des Saftes	Temp.	Jodreaction nach			
			16 Std.	25 Std.	48 Std.	100 Std.
20	Altes Mycel 1	37°	farblos	—	—	—
21	Altes Mycel 2	„	roth	roth	röthlich	farblos
28	Fruchtträger 1	„	fast farblos	—	—	—
37	Fruchtträger 3	„	—	roth	hellroth	farblos
39	Altes Mycel 3	„	—	roth	gelb	farblos
20a	Fortsetz. v. 20	„	gelb	farblos	—	—
28a	Fortsetz. v. 28	„	roth	gelb	—	—
22,23,29,38,40	Controllen	„	Alle unverändert blau.			

Die Versuche sind in analoger Weise wie bei *Agaricus melleus*, aber ausschliesslich bei 37° ausgeführt.

In Anwendung kamen nur 0,025 Stärke (in 1/2 % Lösung), um die Ergebnisse rascher verfolgen zu können. Auch hier

[1]) Ueber Proportionalität der Fermentwirkung mit der Zeit. Vgl. Effront: Die Diastasen.

[2]) Vergl. das bei *Merulius lacrymans* gesagte. p. 22.

wurden die einzelnen Auszüge in ihrer Wirkung mit einander verglichen, gleichzeitig aber auch noch das Verhalten der getrennten Säfte aus Mycel und Fruchtträgern, die mit den späteren Untersuchungen über das glycosidspaltende und proteolytische Ferment zu dem interessanten Ergebniss geführt haben, dass Mycel und Fruchtträger in gleicher Weise fermentative Wirkung ausüben (vergl. Abs. VIII).

So zeigt z. B. ein Vergleich zwischen Versuch 20 und 28 einerseits, andererseits zwischen 37 und 39, dass Mycelauszug und Fruchtträger sich ganz analog verhalten, indem Mycel und Fruchtträger in 16—17 Stunden die Jodstärkereaction zum Verschwinden bringen, die dritten Auszüge aber gleichmässig in durchschnittlich 18 Stunden Erythrodextrin bilden, das in beiden Fällen nach 4 Tagen verarbeitet war.

Der Versuch 97 b, der die Einwirkung bei 50—60° gleichzeitig mit *Agaric. melleus* und *Polyp. squamosus* feststellen sollte, verunglückte. Versuche 20 a und 28 a, die eine Fortsetzung von 20 und 28 bilden, indem der hydrolysirten Stärke weitere 5 cc $^1/_2$% Stärkelösung zugesetzt wurden, zeigen analog dem Versuch 1 a bei *Agaric. melleus* eine Schwächung des Fermentes, das der Temperatur von 37° 24 Stunden ausgesetzt geblieben war, ohne seine Thätigkeit ausüben zu können.

Mit der Verdünnung der späteren Auszüge zeigt sich eine Abnahme der Wirkung, wie aus Tabelle VII ersichtlich ist.

Auch *Merulius lacrymans* enthält ein amylolytisches Ferment im Mycel und Fruchtträger, das sich analog dem des *Agaricus melleus* und somit auch der Malzdiastase verhält.

Gegenüber der amylolytischen Kraft dieser verdünnten Auszüge erhöht sich die Wirkung des concentrirten Saftes (s. p. 99, 100) etwa um das Doppelte.

Interessant ist ein Vergleich zwischen der amylolytischen Wirkung des Malzes und des *Merulius*. Nach verschiedenen Vorversuchen zur Feststellung der diastatischen Kraft des Malzes hat sich ergeben, dass $^1/_{10}$ cc Malzextract 1 : 20 im Stande ist, in gleicher Zeit wie 1 ccm concentrirter Hausschwammsaft 0,025 gr Stärke in Erythrodextrin umzuwandeln, wie folgende Tabelle zeigt:

5 ccm $^1/_2$% Stärkelösung, Temperatur 30°, Desinficiens-Chloroform.

Versuch No.	Einwirkung von	Jodreaction nach 2 St. 30 Min.	Jodreaction nach 5 Stunden
159	1 ccm concentrirtem Meruliussaft	dunkelroth	bordeauroth
160	$^1/_{10}$ ccm Malzextrakt 1 : 20	roth	braunroth

Die geringen Unterschiede in den Farbennuancen der Jodreaction können, da es sich ja nur um eine approximative Feststellung handelt, ausser Acht gelassen werden.

Folgende Berechnung zeigt das Verhältniss der Wirksamkeit
$^1/_{10}$ ccm Malzextract 1:20 = 5 mgr Malz
1 ccm Pilzsaft = 2000 mgr frisches Mycel (p. 100)
= 420 mgr trockenes Mycel,
somit wirkt Malz etwa 400 mal stärker als ein gleiches Gewicht von frischem Hausschwamm und 80 mal stärker als eine gleiche Menge Trockensubstanz.

c) *Polyporus squamosus.*

Auch dieser Pilz enthält analog dem *Agaricus melleus* und dem *Merulius lacrymans* ein amylolytisches Ferment, anscheinend sogar in grösserer Menge als die beiden vorgenannten, dies wenigstens in dem Entwickelungsstadium, das ich als Januar-*Polyporus* im Laufe dieser Abhandlung bezeichnet habe, während die amylolytische Wirkung des März-Stadiums offenbar eine Abschwächung erfahren hat.

Diese Folgerung ergiebt sich nicht nur aus den absoluten Resultaten bei den angestellten Versuchen; es ist vielmehr hier auch noch in Erwägung zu ziehen, dass (vgl. p. 100, 101) bei dem Saft des Januar-Stadiums das Verhältniss von trockenem Pilz zu erhaltenem Extract 1:10, beim März-Stadium aber 4:10 betrug, dieser also 4 mal so kräftig hätte wirken sollen, als jener, während in Wirklichkeit eher eine Abnahme in der Wirkung zu constatiren war.

Die erhaltenen und zu vergleichenden Resultate waren folgende:

Versuch No.	Saft von	Jodreaction nach		Bemerkungen
		4 Stunden	9 Stunden	
157	Januar-*Polyporus*	weinroth	bräunlichgelb	Temp. 37° 5 ccm $^1/_2$% Stärke Desinficiens Chloroform
158	März-*Polyporus*	dunkelroth	bräunlich	

Einen Vergleich mit *Merulius lacrymans* und *Agaricus melleus* ermöglichen folgende Resultate:

Bei 37° hydrolysirt Januar-*Polypor.* Auszug (1:10) 0,05 Stärke in $13^1/_2$ Stunden bis zum Verschwinden der Jod-Reaction. Dieselbe Menge *Agaricus melleus* Auszug (1:5) bedarf hierzu bis zu 50 Stunden. (S. Tabelle VI).

Aehnliches finden wir bei *Merulius lacrymans.* 1 cc concentrirten Saftes bedingt in 9 Stunden eine rothe Jod-Reaction; in der nämlichen Zeit vollenden die *Polyporus*-Auszüge die Stärke-Umsetzung bis zu gelb und braun (157, 158).

Noch besser lässt sich dies verfolgen bei Versuchen, die bei 50—60° durchgeführt wurden, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Versuch No.	Saft von	Jodreaction nach 17 Minuten	Jodreaction nach 28 Minuten	Bemerkungen
97a	Januar-*Polypor.*	rothviolett	purpur	Temp. 50—60° 1 ccm Saft
97c	*Agaric. melleus*	blauviolett	blauviolett	5 ccm ½% Stärkelösung

Eine sehr schöne Illustration der kräftigen Wirkung dieser *Polyporus*-Amylase habe ich erhalten, indem ich den Auszug des Januar-Pilzes auf völlig neutrale Weizenstärke-Körner, die durch Waschen der gewöhnlichen Handelsstärke mit verdünntem Ammoniak, Wasser und Alkohol gewonnen war[1]), einwirken liess. (Vers. 91. 92.)

Etwa 0,1 gr dieser Stärke wurde der Einwirkung von 1 cc Saft (eine Probe mit aufgekochtem Saft gleichzeitig, zur Controlle) bei 37° unter Toluolzusatz überlassen; nach 3 Tagen und 8 Tagen war kaum eine Einwirkung zu beobachten; nur einzelne zertrümmerte aber nicht corrodirte Stärkekörner, die sich auch in der Controlprobe zeigten, waren neben den intakten sichtbar. Nach 4 Wochen aber war mindestens die Hälfte bis ¾ sämmtlicher Körner in den verschiedensten Stadien der Auflösung zu finden.

Die centrische Schichtung des Kornes tritt deutlich hervor; dieses wird jedoch nicht schichtenweise von aussen gelöst, sondern die Amylase beginnt an vielen Stellen der Peripherie zugleich die Zerstörung; es bilden sich bald feine gleichweit bleibende Canäle, die von aussen her nach dem Centrum des Kornes hin verlaufen, bald ist die Angriffsfläche grösser und die Canäle nehmen dann die Form eines sehr in die Länge gezogenen schmalen Trichters an, so dass das Korn schliesslich strahlig erscheint, ein Aussehen, das ziemlich von dem der in keimender Gerste gefundenen corrodirten Stärkekörner abweicht.[2])

Der Wirkung des *Polyporus*-Saftes auf Stärkelösung analog zeigte sich die des gefällten Fermentes (s. p. 101).

d) Prüfung des Holzauszuges auf Amylase.

Wiederholt angestellte Versuche, die Gegenwart eines amylolytischen Fermentes im Extrakt des Holzes nachzuweisen, ergaben negative Resultate.

Selbst in 3 Tagen zeigten Probe und Controlprobe stets die gleiche Blaufärbung durch Jod; wohl aber konnten durch Plattenculturen aus einer Aufschlämmung des gepulverten Holzes (vgl. p. 102) Bakterienkolonien isolirt werden, die in wenigen Stunden schon ihre Thätigkeit auf Stärke äusserten, (Jod-Reaction violett), ein Argument, das zur Stütze des auf p. 101 Gesagten dienen kann.

---

[1]) Meyer, Arthur, Untersuchungen über die Stärkekörner. p. 78.
[2]) Vergl. Strassburger, Noll, Schimper, Schenk: Lehrbuch der Botanik. 3. Aufl. Fig. 180.

2. Das glycosidspaltende Ferment.

Wie Bourquelot[1]) bereits für verschiedene andere holzbewohnende Pilze dies nachgewiesen hat, so habe auch ich bei *Merulius lacrymans* wie bei *Polgporus squamosus* ein emulsinartiges Ferment gefunden, während mir dieser Nachweis beim *Agaric. melleus* nicht gelungen ist. Wenn ich nicht irre, ist in einer von Bourquelot's vielen Arbeiten[2]) das Vorhandensein von Emulsin auch für *Agaricus melleus* behauptet.

Ich kann mir diese Verschiedenheit meiner und Bourquelot's Resultate nicht erklären, wenn nicht anders Bourquelot den Fruchtträger zu seinen Arbeiten verwendet hat, während ich nur das reine Mycel des Pilzes in Verwendung genommen habe; es müsste dann ein Unterschied im Fermentgehalt von Mycel und Fruchtträger existiren, wie ich ihn jedoch für Hausschwamm als nicht bestehend nachgewiesen habe (p. 107) und wie dies sonach per analogiam auch für andere Pilze angenommen werden dürfte; möglicher Weise trägt aber auch das ungenügende Material, das mir zur Verfügung stand, an diesen wie auch an den bei dem proteolytischen Ferment erhaltenen wenig deutlichen Resultaten die Schuld.

Zum Nachweis der Anwesenheit eines emulsinartigen Fermentes wurde dessen Eigenschaft, das Amygdalin in Zucker, Benzaldehyd und Blausäure zu spalten, benutzt und die entstandene Blausäure durch die Berliner Blau-Reaction identificirt.

Bei den übrigen Glycosiden, die ich vergleichshalber zu meinen Versuchen mit dem Hausschwammsaft heranzog, konnte die Spaltung mit Sicherheit nur durch quantitative Bestimmung (nach Ahlin) des durch die Spaltungsproducte gebildeten Kupferniederschlags und durch Bestimmung der Kupferreduction in gleichzeitig angestellten Controlversuchen erwiesen werden. Die zur Verwendung gelangten Glycoside: Amygdalin, Coniferin, Arbutin, Helicin, Salicin reduciren als solche Fehling'sche Lösung nicht.[3])

a) Versuche über das Emulsin des *Agaricus melleus.*

Es wurden zwei Versuche mit dem Säftegemisch angestellt: (No. 42) 1 ccm Saft auf 5 cc 1 procentige Amygdalinlösung (=0,05 Amygdalin). Nachdem in 1, 3, 5, 14 Tagen keine Blausäure nachgewiesen werden konnte, wurde (Vers. 42a) die Einwirkung von 3 cc Saft auf die gleiche Amygdalinmenge versucht. Auch hier war selbst in 10—14 Tagen bei wiederholten Prüfungen kein H Cy zu finden.

b) Emulsin des Hausschwammes. (Tab. VIII.)

Getrennte Versuche wurden auch hier für die je für sich vereinigten 3 Auszüge des Mycels und 3 Auszüge des Frucht-

---

[1]) Comptes rend. Soc. de Biolog. Série IX. Tome V. 1893. p. 804. Présence et rôle de l'émulsine dans quelques champ. parasites des arbres ou vivants sur le bois.

[2]) Nicht in der oben citirten Arbeit.

[3]) Näheres siehe Art. Glycoside in Ladenburg's Handwörterbuch der Chemie.

trägers ausgeführt. Es scheint, dass der Fruchtträger (44) eine etwas stärkere Wirkung auf Amygdalin ausübte als das Mycel (46), da in 70 Stunden die Blausäurebildung im ersteren Falle bis zur sofortigen Bildung eines blauen Niederschlages bei Anstellung der Reaction fortgeschritten war, während im letzteren Falle sich die H Cy erst durch Grünfärbung, wie sie für geringe Mengen von Berliner Blau charakteristisch ist, bemerkbar machte; in 24 Stunden war in beiden Versuchen nur „Grünfärbung" aufgetreten.

Die quantitative Kupferreduction-Bestimmung in 5 cc der gemischten Proben (44 + 46) ergab 0,044 gr Cu_2O gegen 0,003 gr Cu_2O der ebenfalls gemischten Controlproben. (Tab. IX.)

Dass auch andere Glycoside der Spaltung durch das Hausschwammferment unterliegen, zeigt nachfolgende Tabelle. Das reducirte Kupfer aller dieser Analysen ist niemals auf gebildete Dextrose, bez. auf zersetztes Glycosid umgerechnet, da auch die Spaltungsproducte in nicht genau bekannten Verhältnissen Fehling'sche Lösung reduciren, so z. B. das aus Arbutin gebildete Hydrochinon schon in der Kälte.[1]) Dagegen sind die Reactionen der Spaltungsproducte zum weiteren Nachweis der erfolgten Hydrolysirung des Glycosides verwerthet, wo dies angängig war.[1])

c) Emulsin des *Polyporus squamosus.*

Wie dies bei dem amylolytischen Fermente des *Polyporus* der Fall war, war auch hier eine Abnahme der Fermentwirkung in dem concentrirteren Safte des März-*Polyporus* (s. p. 100, 101) zu constatiren.

Während schon nach dreistündiger Einwirkung des Auszuges aus Januar-*Polyporus* eine Grünfärbung durch Bildung von Berliner Blau aus der entstandenen Blausäure sich zeigte, trat die analoge und gleich starke Reaction bei März-*Polyporus* erst nach 12 bis 14 Stunden auf.

Dieselbe Reaction trat durch Einwirkung des ausgefällten Fermentes ein (s. p. 101).

d) Emulsin im Auszug des zersetzten Holzes.

Sehr im Gegensatz zu den Resultaten bei der Untersuchung des Holzauszuges auf Amylase stehen die Ergebnisse derer auf Emulsin. Während in ersterem Falle nicht die Spur von diastatischer Wirkung auf Stärke eintrat, hatte sich im Verlaufe von 21 Stunden unter dem Einfluss des Holzsaftes Blausäure in genügender Menge gebildet um bei der bekannten Reaction einen blauen Niederschlag entstehen zu lassen.

3. Das proteolytische Ferment.

Zum Nachweis der proteolytischen Fermente in den verschiedenen Auszügen habe ich mich zunächst der von Fermi[2]) beschriebenen und auf's Genaueste auf ihre Zuverlässigkeit geprüften Methode der Verflüssigung von Thymol-Gelatine bedient.

---

[1]) Vgl. Ladenburg: Handwörterbuch der Chemie: Glycoside.

[2]) Fermi, C., Die Leimgelatine als Reagens zum Nachweis proteolytischer Enzyme. (Archiv f. Hygiene. Bd. XII. 1891.)
Vgl. auch Neumeister p. 204.

Tabelle VIII.

Emulsin-Versuche über sämmtliche Säfte an Amygdalin.

1 ccm Saft, 5 ccm 1% Amygdalinlösung, Toluol 2 Tropfen. Temp. 37°.

Versuch No.	Saft von	Gebildeter Niederschlag von Berliner Blau nach 3 Std.	12—14 Std.	24 Std.	70 Std.
44	*Merulius*-Fruchtträgern	—	—	Grünfärbung	blauer Niederschlag
45	Controlle	—	—	—	—
46	*Merul.*-Mycel	—	—	schwache Grünfärbung	Grünfärbung
47	Controlle	—	—	—	—
—	Jan.-*Polypor.*	Grünfärbung	—	—	—
—	Controlle	—	—	—	—
—	März-*Polypor.*	kein. Reaction	Grünfärbung	—	—
—	Controlle	—	—	—	—
—	Holz	—	—	Niederschlag (n. 21h)	—
—	Controlle	—	—	—	—
41. 42a	*Agaricus*-Säfte.	kein. Reaction	—	—	kein. Reaction

Tabelle IX.

Emulsin-Versuche (Spaltungs-Versuche) an verschiedenen Glycosiden.

Versuch No.	Temp.	Glycosid	Reduc. Cu	Reaction der Flüssigkeit bez. d. Spaltungsproducte
44 u. 46	37°	Amygdalin	0,044	Berliner Blau Reaktion
45 u. 47	„	Controlle	0,003	—
72	„	Coniferin	0,0305	Vanillingeruch bemerkbar
73	„	Controlle	0,0058	—
74	„	Arbutin	0,078	reduc. Fehling in der Kälte (Hydrochinon)
75	„	Controlle	0,008	—
76	„	Helicin	0,0512	mit Fe Cl_3 violettroth (Salicylaldehyd.)
77	„	Controlle	0,0065	—
78	„	Salicin	0,0355	—
79	„	Controlle	0,002	—

Bemerkung. Zu diesen Versuchen dienten die vereinigten Auszüge aus Mycel und Fruchtträger; 1 ccm Saft und 5 ccm 1%iger Glycosidlösung. Von diesem Gemisch wurden 5 ccm zur Bestimmung des Cu_2O verwendet.

Ausserdem aber habe ich, um die entstandenen Eiweissspaltungsproducte ermitteln zu können, Wittich's[1]) Methode der Fermentisolirung mittels frischen Fibrins in Anwendung gebracht, wie auch mit dem Extract selbst, oder dem gefällten Ferment verdaut.

[1]) Neumeister: Lehrbuch der physiolog. Chemie. 1893. I. p. 183.

Fermi's Verfahren besteht darin, dass ca. 8 mm weite Röhrchen mit Thymol Gelatine (7%ige Gelatine) beschickt werden und nach dem Erstarren die zu prüfende Flüssigkeit darüber geschichtet wird. Ist proteolytisches Ferment vorhanden, so geht die Verflüssigung regelmässig vor sich. Zur Sicherheit mag man noch den Saft selbst mit Toluol versetzen und eine Controlprobe mit gekochtem Saft vergleichen, wie ich dies in allen Fällen gethan habe.

Ich habe diese Versuche bei 22° und mit 1 ccm des betreffenden Saftes durchgeführt.

a) Das proteolytische Ferment des *Agaricus melleus*.

Mit den vereinigten Presssäften des *Agaricus melleus* habe ich nur eine äusserst schwache, erst im Laufe mehrerer Wochen mit Sicherheit festzustellende Wirkung bei neutraler Reaction auf Thymol-Gelatine erhalten. In alkalischer Flüssigkeit ging die Lösung ebenso langsam vor sich. In beiden Fällen konnte etwa alle 10 Tage ein Sinken der Grenzlinie zwischen Gelatine und Flüssigkeit um etwa 1 mm beobachtet werden, gewiss eine schwache Wirkung, wenn man in Betracht zieht, dass Fermi[1]) mit Trypsinlösungen 1 : 32000 0,5—0,6 mm Gelatine in 4 Tagen zu lösen vermochte. Dieser Verdünnung mag ungefähr die tryptische Wirkung meines *Agaricus*-Saftes entsprechen. In der Controlprobe war die Gelatine unter dem Einfluss der überstehenden Flüssigkeit nur gequollen.

b) Das Proteolytische Ferment im *Merulius lacrymans*.

Kräftigere Wirkung zeigte das proteolytische Ferment des Hausschwamm-Auszuges, sowohl aus Mycel als auch aus Fruchtträgern in neutraler als schwach alkalischer und sehr schwach saurer Lösung.

Bei beiden, Mycel und Fruchtträger, schritt die Lösung täglich ca. 0,75 mm weiter, so dass in Verlauf von 10 Tagen je 8 mm Gelatine (circa 0,6 ccm) gelöst waren.

Nachdem Mycel und Fruchtträger in ihrer Wirkung so vollständige Uebereinstimmung gezeigt hatten, wurden die Versuche in saurer und alkalischer Lösung mit dem Saftgemisch vorgenommen. Der Alkalizusatz als NaOH betrug 0,014 pCt. der Säurezusatz als Oxalsäure 0,015 pCt.

Fast unbeeinflusst ging die Gelatine-Lösung bei so geringen Zusätzen weiter, so dass in beiden Röhrchen in 7×24 Stunden 4½ mm bez. 4 mm, nach 13×24 Stunden 8½ bez. 8 mm Gelatine verflüssigt waren.

Die Controlproben zeigten eine geringe Vertiefung des Meniscus, die für eine ziemlich bedeutende Resistenz dieses proteolytischen Pilzferments gegen Hitze spricht.

(Einer gütigen Privatmittheilung des Herrn Professor Emmerich zu Folge, sind mehrere ähnlich widerstandsfähige Fermente

---

[1]) S. p. 26. Anm. 2.

niederer Organismen bekannt, die ein kurzes Verweilen bei 100° ertragen, ohne vollständig unwirksam zu werden.)

Um mehr als das Doppelte vermehrt zeigte sich die Wirkung des concentrirten Saftes aus frischem Mycel; in 5 × 24 Stunden waren hier 8 mm Gelatine verflüssigt, während die übrigen Säfte zu der gleichen Verdauungsarbeit 10 Tage benöthigt hatten.

Eine kurze Uebersicht giebt folgende Tabelle X.

Tabelle X.

Versuche mit Thymol-Gelatine bei 22°.

1 ccm Saft, 2 Tropfen Toluolzusatz, Röhrchen 8 mm lichte Weite.

Versuch No.	Saft von	Zusätze	Reaction	Gelöste Gelatine in				
				1 Tag	5 Tg.	7 Tg.	10Tg.	13 Tagen
31	*Agar. mell.*	—	fast neutral	—	—	—	—	wenig vertiefter Meniscus
32	id. Controlle	—	„	—	—	—	—	Gelatine gequollen
31b	*Agar. mell.*	1 Tropfen 1/10 % Na O H	schwach alkal. auf Curcuma	—	—	—	—	1 mm
32b	id. Controlle	„	„	—	—	—	—	Gelatine gequollen
33	*Mer.*-Fruchttr	—	fast neutral	ca. 0,75 mm	—	—	8 mm	—
34	id. Controlle	—	„	—	—	—	—	—
35	*Mer.*-Hyphen	—	„	ca. 0,75 mm	—	—	8 mm	—
36	id. Controlle	—	„	—	—	—	—	—
33a	Mycel und Fruchtträgersaft v. Merul. gemischt	0,035 ccm 1/10 Na O H	alkal. nach Curcuma	—	—	4 1/2 mm	—	8 1/2 mm
34a	id. Controlle	„	„	—	—	—	—	Gelatine wenig erweicht
35a	wie 33a	0,035 ccm 1/10 Oxalsäure	sauer auf Lackmus	—	—	4 mm	—	8 mm
107	conc. Saft aus frisch. Mycel	„	schwach sauer	—	8 mm	—	—	—

Die verdauende Wirkung dieses Pilzenzyms, das übrigens nach dem Folgenden mehr peptischer als tryptischer Natur sein dürfte, zeigt sich am schönsten bei Anwendung der Wittich-schen Methode. Werden Fibrinflocken etwa 3/4 Stunden mit dem Safte in Berührung gelassen, so schlägt sich das Ferment — nicht quantitativ, wie ich durch Einwirkung eines derartig behandelten Saftes auf Gelatine feststellen konnte — auf dem Fibrin nieder, so fest, dass dieses, ohne das Ferment zu verlieren, ausgewaschen werden kann.

So vorbereitete Fibrinflocken wurden in 0,2 procentige Na-Carbonatlösung eingelegt (Chloroform als Desinficiens), zeigten aber nach 14 Tagen keine Spur von Veränderung, wie auch in der abgegossenen Flüssigkeit keine Verdauungsproducte sich nachweisen liessen.

In 0,2 %iger Salzsäure dagegen löste sich das Fibrin in 48 Stunden, die Flüssigkeit zeigte mit Kupfersulfat und Natronlauge die durch gelöste Eiweissstoffe verursachte Blaufärbung; nach weiteren 2 Tagen trat prächtig deutlich die Biuretreaction ein und erhielt sich während der ganzen Dauer der Beobachtungen (etwa 14 Tage lang), so dass anscheinend der verdauende Einfluss des Enzyms hier sein Ende findet, ohne die Peptone weiter zu verändern.

Auch in reinem Pilzauszug, der nur ganz schwach saure Reaction zeigte, zerfiel in einigen Tagen das Fibrin in kleine Stückchen, doch fiel die wiederholt angestellte Biuretreaction stets negativ aus. Es standen mir zu geringe Mengen des Pilzauszuges zu Gebote, um die Verdauung in grösserem Maassstabe ausführen zu können, so dass ich die einzelnen entstandenen Eiweissspaltungsproducte nicht näher identificiren konnte.

Des weiteren habe ich feststellen können, dass das Ferment auch das Eiweiss des Saftes zu verdauen vermag. 1 ccm des concentrirten Saftes wurde sich selbst bei 37° überlassen. Nach 2 Tagen ergab eine gewichtsanalytische Bestimmung des Eiweissgehaltes eine Abnahme um die Hälfte, nämlich anstatt der 0,26 pCt., die der frische Saft zeigte (p. 103), nur mehr 0,13 pCt. in zwei Bestimmungen.

c) Das Proteolytische Ferment im *Polyporus squamosus*.

Auch ein proteolytisches Ferment enthalten die Auszüge des *Polyporus squamosus*, und für dieses wie für die übrigen Fermente dieser beiden Auszüge zeigt sich eine Abnahme der Wirkung des März- gegenüber dem Januar-*Polyporus*.

Der Auszug des letzteren löste in 24 Stunden 1 mm Gelatine, in 6 Tagen 6 mm, in einem Monat 30 mm, also pro Tag 1 mm in einem 8 mm weiten Röhrchen; somit in 3 Tagen 3 mm, d. i. ca. 0,14 ccm.[1])

Der März-*Polyporus*-Extract dagegen vermochte in 3 Tagen nur 3½ mm Gelatine in einem 6 mm weiten Röhrchen zu verflüssigen, d. i. etwa 0,09 ccm.

Der Unterschied ist in die Augen fallend.

Die Einwirkung auf Fibrin zeigte sich analog der des Hausschwammes. Die Extracte des Januar-*Polyporus* selbst sowie auch das durch Alkohol gefällte Ferment bedurften zur Lösung der eingelegten Fibrinflocken etwa 10–14 Tage. Fibrin dagegen, das nach Wittich mit Ferment imprägnirt war, löste sich in circa 50 Stunden in 0,2 procentiger H Cl, um im weiteren Verlauf der Verdauung Peptone, nicht aber tiefere Eiweissspaltungsproducte zu bilden; in Natriumcarbonatlösung von 0,2 pCt. trat ebensowenig eine sichtbare Veränderung ein, wie bei *Merulius*, noch konnten Peptone, Leucin oder Tyrosin nachgewiesen werden.

---

[1]) Der Inhalt dieser Flüssigkeitssäule berechnet sich nach der Formel $r^2 \pi \times h$.

d) Proteolytische Fermente im Holzauszug konnten nicht aufgefunden werden; es scheint somit das Emulsin (s. p. 111) das einzige Ferment zu sein, das sich in dem zersetzten Substrate erhält. Ich werde im Abschnitt VII nochmals auf diese merkwürdige Thatsache zu sprechen kommen.

4. Das Cellulose lösende Ferment (Cytase, Cellulase).

Die Einwirkung des lebenden Mycels holzzerstörender Pilze auf die Wandungen der befallenen Gewebe ist schon in Hartig's Arbeiten Gegenstand eingehender Untersuchung gewesen.

Seitdem haben verschiedene Forscher „Cytasen" sowohl in keimenden Samen als auch in Pflanzenparasiten nachzuweisen versucht, wobei es in einigen Fällen wohl gelungen ist, die Mittellamellen von Gewebstheilen der betreffenden Wirthspflanzen in Lösung zu bringen (De Bary, Ward,)[1]) auch Zellwände zu verquellen, keineswegs aber eine Corrosion von Membranflächen zu Stande gebracht wurde, wie sie an den unter dem Einfluss der Fermente lebendiger Zellen veränderten Geweben entstehen.

Ich habe versucht, derartig wirkende Fermente (Cellulasen), bezw. fermenthaltige Presssäfte aus dem Hausschwamm und aus dem trockenen und vertrockneten Fruchtträger des *Polyporus*" zu gewinnen, und soweit die bisherigen Versuche reichen, nach meiner Ansicht, bei *Merulius* mit Erfolg.

Als Versuchsobject habe ich zunächst die Blätter von *Elodea canadensis* gewählt, die wegen ihrer grossen Durchsichtigkeit, die es ermöglicht, das ganze Blatt ohne weitere Präparation der mikroskopischen Beobachtung zu unterwerfen, hierzu besonders geeignet erscheinen, da so Täuschungen, wie sie durch Streifungen und Risse, die das Rasirmesser an Schnitten verursachen kann, nach Möglichkeit ferngehalten sind.

Dagegen hat es sich als nothwendig erwiesen, den Zellinhalt der Blätter vor oder nach der Maceration durch energische Behandlung mit Javelle'scher Lauge zu entfernen.

Meine ersten Versuche habe ich in der Weise ausgeführt, dass ich intacte Blätter mit dem Saft (hier kamen verdünnte Säfte Tab. II, III, IV — zur Anwendung) unter Deckglas mit Canadabalsam einkittete und mehrwöchentlicher Einwirkung bei 38° aussetzte. Die Zähnchen der *Elodea*-Blätter erscheinen in diesen Präparaten grossentheils abgeschmolzen, in einem Fall ist der ganze Rand des Blattes vernichtet; Controllen mit Chloroformwasser, Toluolwasser, gekochtem Saft blieben unversehrt. Doch harren diese Versuche noch der Bestätigung durch Wiederholung mit frischen Säften.

In ganz anderer Weise verlief die Einwirkung des concentrirten Presssaftes, dem 0,6% reine Essigsäure (2% 30 procentige)

---

[1]) De Bary: Ueber einige Sclerotinien und Sclerotienkrankheiten. (Botan. Zeitung. 1886.)
Marshall Ward, On a lily disease. (Annals of Bot. 1888.)

zugesetzt war; die Blättchen waren hier in etwa 1,0 bis 1,25 cc des mit Chloroform und Essigsäure versetzten Saftes eingelegt; gleichzeitig wurden Controllen mit aufgekochtem Saft beobachtet.

Je nach der Temperatur (Zimmerwärme und Brutschrank) konnten hier in 50 Stunden bis 5 Tagen bedeutende Veränderungen an den Zellwänden wahrgenommen werden.

Elodea-Blättchen der Controlpräparate zeigen eine völlig glatte Zellwand mit nicht allzuspärlichen, feinen, runden bis ovalen Tüpfeln. Von diesen Tüpfeln aus scheint die Einwirkung des Fermentes vor sich zu gehen, und zwar in allen Präparaten in völlig gleichmässiger Weise, anscheinend beeinflusst oder begünstigt durch eine Micellar-Structur der Zellwand, die sich uns in dem macerirten Blatte durch den Verlauf der Corrosionstreifung bemerkbar macht.

Wenig angegriffene Präparate, wie sie bei niedriger Temperatur entstehen, zeigen ausschliesslich eine Vergrösserung der Tüpfel, vielleicht auch nur ein deutlicheres Hervortreten derselben. Mit der Dauer der Einwirkung erscheinen die Flächenwandungen, besonders aber die schiefstehenden Grenzwände der Zellen bei schwacher Vergrösserung (etwa 1:750) durch eine feine Querstreifung wie gewellt. Bei scharfer Einstellung erkennt man deutlich, dass dieses Aussehen bedingt ist durch ein Abwechseln von dunklen und hellen Streifen, die abermals besonders deutlich auf den Zellgrenzwänden hervortreten; hier können wir auch im optischen Durchschnitt verfolgen, wie jedem hellen Streifen eine verdünnte, jedem dunkelen eine nicht verdünnte Stelle der Zellwand entspricht.

Bei 1200—1500facher Vergrösserung lösen sich diese Streifen auf, man erkennt lange, schmale, scharfbegrenzte, gradlinig verlaufende, an den Enden zugespitzte, tüpfelähnliche Spalten, die die Breite der Zellwand fast ganz oder etwa zu $^3/_4$ einnehmen, beiderseits einen kleinen unverletzten Raum lassend; schmale so corrodirte Zellwände sehen beinahe leiterartig durchbrochen aus.

Diese ausserordentlich regelmässigen Spalten zeigen sich überall im Präparat, nicht nur an den Rändern, da wo das Blatt von der Axe getrennt wurde; andererseits finden sie sich auch nur an den Innenwänden der Zellen, nicht aber auf deren anscheinend etwas cuticularisirten Aussenseite.

Eine derartige Einwirkung stimmt in hohem Grade mit den Beobachtungen überein, die Hartig in seinen „Zersetzungserscheinungen" über das Erscheinen einer feineren Structur in den kranken Hölzern gemacht hat, die am normalen Holz nicht zu erkennen ist.

Mit dem Safte des März-*Polyporus* konnte keine Cellulasewirkung erzielt werden, die Blätter zeigten auch nach 10-tägiger Einwirkung bei 30° nicht die geringste Veränderung.

VI. Gleichzeitige Einwirkung der Fermente.

Einige Versuche, in denen die gleichzeitige Thätigkeit der amylolytischen, glycosidspaltenden und proteolytischen Fermente von *Merulius* und *Polyporus squamosus* beobachtet wurde, haben ergeben, dass die sämmtlichen Fermente in der gleichen Flüssigkeit ihre Wirkung zu äussern im Stande sind. Die Details der Versuche ergeben sich aus den im Abschnitt V ausführlich besprochenen Methoden.

Alle Säfte waren im Stande, gleichzeitig Stärke und Amygdalin zu spalten und dabei Gelatine zu verflüssigen.

Hier möchte ich noch eine beiläufige Beobachtung einfügen, die ich bei dem Arbeiten nach der Wittich'schen Methode (p. 114) zu machen Gelegenheit hatte. Versucht man nämlich das proteolytische Ferment mittels Fibrin dem Safte zu entziehen, so gelingt dies wohl theilweise, ein Rest der proteolytischen und amylolytischen, vielleicht auch glycosidspaltenden Fermente bleibt aber dem Safte erhalten, und dieser ist noch im Stande, Gelatine zu verflüssigen, wie auch Stärke zu hydrolysiren.

Diese Versuche wurden an dem Januar-*Polyporus*-Saft und dem zweiten Auszug aus dem Pressrückstand des concentrirten Hausschwammsaftes vorgenommen.

VII. Verbleib der Fermente nach dem Absterben der Pilzkörper und nach Zersetzung des Substrates.

Die Frage nach dem Verhalten der Fermente physikalischen und chemischen Einflüssen gegenüber ist entsprechend ihrer Wichtigkeit für das Studium derselben auf das eingehendste untersucht.

Anders steht es mit der Frage nach ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber physikalischen und chemischen Einwirkungen unter natürlichen Verhältnissen.

Es liegt hier meines Erachtens eine nicht uninteressante Frage vor, und ich habe versucht, soweit dies das vorliegende Material gestattete, ein Weniges zu ihrer Lösung beizutragen.

Es ist bekannt, dass die Fermente unter der Einwirkung bestimmter Temperaturen vernichtet werden, besonders dann, wenn keine Substanz zugegen ist, auf die ihre Wirkung sich äussern könnte.

Andererseits zerstören viele chemische Agentien die Fermente vollständig, so concentrirte Säuren, Laugen, Salze etc.

Welches Verhalten aber diese im Allgemeinen wenig stabilen Substanzen nach dem Absterben der Pilzkörper, sei es in dem todten Pilze selbst, oder in dem von demselben ausgesogenen und verlassenen Substrate zeigen, wie sie den Einflüssen wechselnder Temperatur, der Nässe und Trockenheit, und draussen im Freien am Baume selbst der Witterung und den Atmosphärilien zu widerstehen vermögen, darüber liegen Untersuchungen meines Wissens nicht vor.

Die Resultate der Versuche, die ich im Abschnitt V angegeben habe, zeigen, dass diese Fermente immerhin gegenüber diesen äusseren Einwirkungen eine ziemliche Resistenz besitzen; im höchsten Grade, wie es scheint, das Emulsin. Denn während in dem von *Merulius lacrymans* zerstörten Holze weder ein diastatisches, noch ein proteolytisches Ferment sich nachweisen liessen, war der Auszug aus diesem Holze im Stande, eine sehr kräftige Wirkung auf Amygdalin auszuüben, so dass innerhalb 21 Stunden die gebildete Blausäure einen bedeutenden Niederschlag von Berliner Blau zu bilden vermochte (p. 111). Vergleicht man dieses Resultat mit der glykosidspaltenden Wirkung der wässerigen Hausschwammauszüge, so ist man fast versucht, eine Anreicherung von Emulsin anzunehmen, da diese in 24 Stunden erst eine „Grünfärbung“ durch Berliner Blau veranlassten (p. 111).

Aber auch die Amylase und das proteolytische Ferment solcher *Hymenomyceten* scheinen keineswegs so labile Körper zu sein, wie man bisher anzunehmen geneigt war. Die Fruchtkörper des *Polyporus sqamos.* zeigen dies zur Genüge. Dass der noch saftige und lebende Fruchtkörper im Januar Fermente enthält, wenn auch die Zeit seiner Reife schon lange vorüber ist, ist, sobald Enzyme überhaupt in einem Fruchtkörper vorhanden sind, nicht zu verwundern, da lebendes Plasma und Zellwände genügenden Schutz zu bieten vermögen. Wenn aber ein abgestorbenes und vertrocknetes pflanzliches Gebilde, wie der März-*Polyporus*, dessen Membranen der Diosmose aller von Regen- und Schneewasser gelösten Stoffe, dem Gefrieren und wieder Verdampfen des eingedrungenen Wassers und allen sonstigen Einflüssen einer staub- und rauchgeschwängerten Grossstadtatmosphäre[1]) in einem bald sehr kalten, bald sehr warmen, auch ziemlich niederschlagreichen Winter, wie es der von 1900 war, fast keinen Widerstand entgegensetzen, wenn da dieser *Polyporus* noch fermenthaltige Auszüge zu liefern im Stande ist, so müssen wir doch wohl annehmen, dass diese Fermente resistenter sind, als man bisher anznnehmen gewohnt war.

VIII. Kritische Besprechung der Resultate in physiologischer und biologischer Hinsicht.

Ich habe eingangs meiner Arbeit schon erwähnt, dass es meine Absicht war, festzustellen, ob Mycel und Fruchtträger der untersuchten Pilze in gleicher Weise fermentative Wirkungen zu äussern im Stande seien, und aus den Resultaten des Abschnittes V geht hervor, dass diese Frage für *Merulius lacrymans* zu bejahen ist. Bei *Polyporus squamos.* waren es sogar die ausschliesslich untersuchten Fruchtkörper, die die fermenthaltigen Säfte lieferten.

Vom teleologischen Standpunkt aus, den wir bei physiologischen Betrachtungen einzunehmen gewohnt sind, erscheint dies Verhältniss einigermassen auffallend, da ja kaum einzusehen ist, welche Funktion den Fermenten in einem Theil des Pflanzenkörpers zu-

[1]) Der *Polyporus* stammte aus dem Hofgarten in München.

kommen sollte, dem ja alle Nährstoffe fertig gebildet zugeführt werden müssten.

Anatomisch-physiologisch dagegen ist es erklärlich, denn wir haben — trotz der gefäss- und siebröhrenartigen Ausbildung der Hyphen, die wir bei *Merulius*[1]) z. B. finden — doch eben bei diesen Thallophyten keine genügend ausgebildete Differenzirung der Gewebe, um principielle Unterschiede in ihrem Gehalt an chemisch wirksamen Substanzen hervortreten zu lassen.

Was hingegen die Fermente der untersuchten Pilze betrifft, so sind diese in vollkommenster Weise den Lebensbedingungen dieser Saprophyten und Parasiten angepasst.

Die Amylase ist es, die den befallenen Hölzern die Stärke entzieht, das Emulsin wird seine Wirkung u. a. auf das Coniferin der *Coniferen*-Hölzer, auf das Aesculin der durch *Polyporus squamosus* erkrankten Kastanienbäume ausüben und aus diesen Glykosiden den Zucker zum Zwecke der Assimilation abspalten.

Eine nicht minder wichtige Aufgabe, als diesen beiden Fermenten, fällt dem proteolytischen Enzym dieser Pilze zu. Sie sind es, die das Plasma der Holzparenchymzellen, wie überhaupt alle eiweissartigen Bestandtheile der Stämme, etwa die der Siebröhren, in resorbirbare, lösliche Substanzen überzuführen haben; bei dieser Arbeit mögen ihnen wohl die Ausscheidungen anorganischer Säuren, wie die Oxalsäure, die Hartig an den Hyphen des Hausschwammes nachgewiesen hat, sehr zu statten kommen, wie wir ja gesehen haben, dass die Lösung von Fibrin in angesäuerter Flüssigkeit weit schneller vor sich geht, als in neutraler.

Czapek's Verdienst ist es, uns mit einem Enzym, dem Hadromal, bekannt gemacht zu haben, dessen physiologische Bedeutung für die holzzerstörenden Pilze eine ausserordentliche ist, da dieses Ferment, indem es die Cellulose des Holzes in Freiheit setzt, erst die Einwirkung der Cellulase ermöglicht. Welch wichtige Aufgabe diesem letzteren Ferment bei der Assimilation der Nahrung durch die Pilze zukommt, geht daraus hervor, dass, wie Hartig nachweist, mit der Zeit sämmtliche Cellulose durch Holzpilze aus dem Holze entfernt wird.

Weitere Untersuchungen werden erst lehren, welches die Endproducte dieser Fermentwirkung sind, und werden entscheiden, in wie weit die Cellulose in resorbirbare Nährstoffe umgewandelt wird.

Wohl alle diese Fermente äussern zu gleicher Zeit ihre Wirkungen, wie ich dies für Amylase, Emulsin und das proteolytische Ferment nachgewiesen habe.

Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass, wie z. B. Asparagin die Wirkung der Amylase fast versiebenfacht,[2]) so auch die Fermentwirkungsproducte des einen Fermentes die Wirkung des

---

[1]) Hartig, Der ächte Hausschwamm.

[2]) Effront, loc. cit. p. 127.

anderen heben, so dass auf solche Weise der lebende Pilz eine weit höhere fermentative Kraft zu äussern vermag, als die ausgepressten Säfte, wenn man jedesmal nur deren Wirkung auf einen Körper untersucht.

So sehen wir die ausserordentlichen Verheerungen, die diese Pilze an Bäumen und todtem Holze anrichten, in ihrem letzten Grunde auf ein Zusammenwirken von Fermenten zurückgeführt, die schliesslich von dem Substrate weiter nichts mehr übrig lassen, als ein Gerippe von „Holzgummi", das allein ihrer Einwirkung zu widerstehen vermag.

Ueber die chemische Verwandtschaft der thierischen Mucine mit den pflanzlichen Pectinen.

Von

Bruno Schröder

in Heidelberg.

(Vorläufige Mittheilung.)

Bei Untersuchungen über Gallertbildungen von Algen sind A. Mangin[1]), K. Bohlin[2]) und A. Luther[3]), sowie der Verfasser[4]) zu dem Resultate gelangt, dass die Gallerthüllen der Algen und andere gallertartige Bildungen derselben, z. B. Stiele, die von Mangin ausführlich studirten Pectinstoffe enthalten, aus denen meist die Intercellularsubstanz oder die Mittellamelle der Pflanzen gebildet wird und die sich in den Schleimen der *Malvaceen*, *Rosaceen*, *Tiliaceen*, *Abietineen* und *Cycadeen* vorfinden.

Die Pectine charakterisiren sich dadurch, dass sie in verdünnten Säuren (Schwefel-, Salz-, Essig- oder Milchsäure) unlöslich sind, sich dagegen in verdünnten Alkalien (Kali-, Natronlauge, Soda), sowie in Ammonoxalat lösen. Bei tropfenweiser Zuführung von Essigsäure zu diesen Pectinlösungen erhält man aus ihnen einen gallertartigen Niederschlag von dickflüssiger, nahezu zäher und schleimiger Consistenz. Alkohol und ebenso Tannin fällen das Pectin.

Tinctionell lässt sich der Nachweis der Pectine nach Mangin typisch durch Bismarckbraun, Neutralroth, sogen. gereiftes Haematoxylin, Methylenblau, Methylgrün, Naphthylenblau R, Bleu de Nil und namentlich durch in Wasser gelöstes Rutheniumroth führen, ebenso mit Berberin.

---

[1]) Mangin, L., Sur les composés pectiques. (Journal de Botanique. 1892. und Comptes Rendus de l'Acad. des Sc. de Paris. 1893. ferner: Ders., Sur une essai de classification des mucilages. (Bull. d. l. Soc. bot. de France. T. XLI. 1894.)

[2]) Bolhin, K., Studier öfver någer slägten of Alggruppen Confervales Borzi. (Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Band XXIII. Afd. III. 1897. No. 3.)

[3]) Luther, A., Ueber Chlorosaccus, eine neue Gattung der Süsswasseralgen. (Bihang till K. Svensk. Vet.-Akad. Handlingar. Bd. XXIV. Afd. III. 1899. No. 13.)

[4]) Schröder, B., *Cosmocladium saxonicum* De Bary. (Ber. der deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XVIII. 1900.)

Dem Verf. gelang dies ferner noch mit Thionin, Dahlia, Rubin, Methylviolett, Mucicarmin, Chrysoidin, Auramin und Phenylenblau. Nigrosin, Indulin und Croceïn färben das Pectin nicht, und Doppelfärbungen mit den obengenannten Pectinfarbstoffen lassen in Membranen das Cutin und das Lignin vom Pectin differenzirt erscheinen. Weitere Farbstoffe wendete der Verf. mit negativem Erfolge zur Färbung der Pectine an, z. B. Eosin, Tropaeolin, Congoroth, Corallin und Orange.

Dieselben bisher angeführten Farbstoffe mit positiver oder negativer Wirkung auf Pectin wurden grössten Theils auch von Zoologen und Anatomen mit gleichem Erfolge zum Nachweis von thierischen Schleimen, z. B. den Mucinen und dem Paramucin angewendet, die zu den Glycoproteïden, einer Verbindung von Eiweiss mit Glucosamin oder anderen Kohlehydraten, von Cohnheim[1]) gestellt werden.

Die Mucine sind hauptsächlich durch Obolensky, Landwehr, Hammarsten, Giacosa, Waymuth Ried, Hoyer[2]), Liebermann[3]) und P. Mayer[4]) untersucht worden. Sie sind im Thierreich weit verbreitet und finden sich beispielsweise in den Sekreten der Becherzellen der Schleimhäute des Respirations- und Verdauungstractus, der Gallengänge, der Harnwege, besonders aber in denjenigen der Glandula submaxillaris, sowie im Schleim von *Myxine*, im Schneckenschleim und dem Froschlaich.

Die Mucine sind ebenso wie die Pectine in Säuren unlösbar oder doch sehr resistent und verdünnte Alkalien lösen sie. Auf Essigsäurezusatz zu dieser Lösung der Mucine erfolgt in gleicher Weise wie bei den Pectinen ein Niederschlag in Form einer schleimigzähen Masse. Auch das Mucin wird wie das Pectin von Alkohol bei Gegenwart einer hinreichenden Menge von Neutralsalzen gefällt. Pectoseschleime gerinnen durch Bleiacetat und Sublimat, Mucine werden gefällt. Alaun, das Pectoseschleime gerinnen lässt, verwandelt das Mucin in eine gequollene, schleimige Masse. Beide Stoffe geben Biuret- und Xanthoproteïnreaktion und minder gut die Millon'sche Reaktion.

Die Elementaranalysen, welche Hammarsten, F. Müller und Giacosa für Mucine berechnen, stimmen in Bezug auf den Procentsatz an Kohlenstoff und Wasserstoff annähernd mit denjenigen überein, die Tromp de Haas[5]) für Pectinverbindungen

---

[1]) Cohnheim, O., Chemie der Eiweisskörper. (Roscoe-Schorlemmer: Ausführl. Lehrbuch der Chemie, herausgegeben von J. W. Brühl. 1900. Dort auch weitere Citate. p. 250 u. ff.)

[2]) Hoyer, H., Ueber den Nachweis des Mucins in Geweben mittels der Färbemethode. (Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. XXXVI. 1890.)

[3]) Liebermann, Kritische Betrachtungen der Resultate einiger neuen Arbeiten über das Mucin. (Biol. Centralbl. Bd. VII. 1887.)

[4]) Mayer, P., Ueber Schleimfärbungen. (Mittheilungen a. d. Zool. Station Neapel. Bd. XII. 1896.)

[5]) Tromp de Haas, R. W., Untersuchungen über Pectinstoffe. [Inaugural-Dissertation.] Göttingen 1894.

von Pflanzen fand. Nur der Sauerstoffgehalt ist von ihm viel höher angegeben, als derselbe bei den Mucinen von den genannten Autoren verzeichnet ist. Tromp de Haas bereitete seine Pectinverbindungen aus unreifen Aepfeln, Kirschen, Reine-Clauden, Rhabarberstengeln und Steckrüben. Ich lasse es dahin gestellt, ob für den genannten Zweck die Wahl der Objecte eine günstige war. Nach ihm sollen die Pectinverbindungen Kohlehydrate sein und sie sollen den Pflanzenschleimen nahestehen. An einer Stelle (p. 23) weist er darauf hin, dass sie aber auch Stickstoff enthalten, allerdings nach seiner Berechnung nur 0,25—1 pCt. Da Tromp de Haas bei seinen Elementaranalysen auf den Stickstoff, wie er angiebt, nicht Rücksicht genommen, so „verringert sich der Procentsatz an Sauerstoff und es wird folglich der Wasserstoff im Verhältniss zum Sauerstoff noch etwas vergrössert. Andrerseits wird, wenn man den Stickstoff auf Eiweiss einrechnet und die betr. Procente des Eiweisses an H und O abzieht, der Wasserstoff im Verhältniss zum Sauerstoff etwas vermindert". Den Schwefelgehalt der Eiweissverbindung berücksichtigt Tromp de Haas auch nicht, so dass also seine Elementaranalyse nur mangelhaft zum Vergleiche mit denjenigen von Hammarsten, Müller und Giacosa herangezogen werden kann.

Das thatsächliche Vorkommen von Mucin in Pflanzen, und zwar im Schleime der Yamswurzeln (*Dioscorea japonica* und *D. Batatas*) ist durch Jshii[1]) nachgewiesen worden.

Dieses pflanzliche Mucin stimmt in seinen Reactionen mit den thierischen Mucinen gut überein, es löst sich in 2 pCt. Aetzkali, schwer in Säuren, wird von künstlichem Magensafte nicht angegriffen, wohl aber von alkalischer Trypsinlösung, wie letzteres auch von dem thierischen Mucin von Müller und Mitjukoff (siehe Cohnheim l. c. p. 254) mitgetheilt wird. Ferner giebt es Xanthoproteïn- und Biuretreaction und mit Millon'schem Reagenz einen rothen Niederschlag.

Mehrfache Umstände deuten also darauf hin, dass die Pectine der Pflanzen mit den Mucinen der Thiere eine nicht zu leugnende Verwandtschaft aufweisen, und es wird die Aufgabe weiterer, exacter physiologisch-chemischer Untersuchungen sein, grössere Einsicht in die näheren oder entfernteren verwandtschaftlichen Beziehungen dieser Stoffe zu bringen.

Heidelberg, Bot. Institut d. Universität.

---

[1]) Ishii, J., On the occurence of mucin in the plants. (Imper. Univ. College of Agricult. Bull. Bd. II. p. 97. Tokyo 1894. — Citiert nach Bot. Centralbl. Beihefte. 1896. pag. 20.)

Druck von Gebr. Gotthelft, Kgl. Hofbuchdruckerei, Cassel.

Ueber ein fossiles Laubmoos aus der Umgebung von Fulda.

Von

Adalbert Geheeb.

Bekanntlich ist im vorigen Jahre eine „Erste Veröffentlichung des Fuldaer Geschichts-Vereins" erschienen unter dem Titel: „Pfahlbauten im Fuldathale. Herausgegeben von Joseph Vonderau, Lehrer in Fulda. — Mit 2 Plänen und 7 Tafeln." In einem besonderen Abschnitt („XIV. Pflanzenreste") werden in dieser interessanten Schrift die kleineren Pflanzentheile und Sämereien aufgezählt, welche in der Culturschicht aufgefunden und von Herrn Geheim. Regierungsrath Prof. Dr. L. Wittmack bestimmt worden sind, und auch des nur in Bruchstücken von Stengel- und Asttheilen in einigen Torfstücken von mir nachgewiesenen Laubmooses, *Amblystegium filicinum*, ist im III. Abschnitte Erwähnung gethan (Vergl. mein kleines Referat im Bot. Centralbl. Bd. LXXXII. No. 14, p. 23).

Heute bin ich in der Lage, über einen neuen Moosfund zu berichten, welchen ich abermals der Güte des unermüdlichen Herrn Vonderau zu verdanken habe, und zwar in ganz vorzüglich erhaltenem, reichlichem Material von einer anderen Fundstelle, über welche mir der Entdecker am 9. September v. J. folgende Mittheilungen macht: „Ungefähr in der Mitte zwischen Leipzigerhof und Fulda, hart an der Strasse, liegt unter ca. 2,5 m Lehm und rothem Thon eine Moorbank. Stämme von Eichen und Birken sind mit den Wurzelhülsen in dieser Tiefe angetroffen. In dem Thon bezw. Torf eingebettet liegen Moosballen, oft zu Bänkchen zusammengepresst. — Nach der geologischen Situation müssen die Moose und Holzreste schon sehr lange lagern; heute fällt das Terrain nach beiden Seiten: Niesig und Galgengraben. Die stark überlagernde Lehm-Thonmasse wurde seither als marines oder äolisches Gebilde aufgefasst. — Es wäre nun interessant, festzustellen, ob die beiliegenden Proben vorwiegend auf einen nordischen Charakter hinweisen; ich denke ganz besonders an die Untersuchungen Schimper's von der Schussenquelle. Thierreste sind bis jetzt nicht festgestellt.

Aber die nächsten Tage bringen mehr Aufschluss und da entsteht die Frage, ob nicht alles Material zurückzubehalten ist, zwecks weiterer Untersuchungen. Gerade für die jüngsten Diluvialgebilde hiesiger Gegend ist die Datierung äusserst wichtig.“ Der erwähnte Moosfund von der Schussenquelle bei Schussenried in Württemberg ist mir vom Entdecker selbst, Apotheker Valet, 1869 mitgetheilt worden und besteht, wie bekannt, aus dem arktisch-alpinen, noch sehr gut erhaltenen *Hypnum sarmentosum* Wahlenb., welches noch aus der Eiszeit herstammen soll. Ein Blick auf das Fuldaer Moos jedoch zeigte mir sofort, dass hier ein sogenanntes *Harpidium* vorliegt, eines jener allgemein verbreiteten *Hypna* aus der Section *Drepanocladus* C. Müll., welche in Torfmooren der höheren Rhön, wie in Sümpfen und Wassergräben auch der näheren Umgebung von Fulda nicht selten sind, z. B. *Hypnum aduncum*, *H. fluitans*, *H. exannulatum*. Die mikroskopische Untersuchung liess mich nicht daran zweifeln, dass wir es hier mit dem ziemlich formenreichen *Hypnum fluitans* L. zu thun haben, wenn auch, zur endgültigen Entscheidung, der einhäusige Blütenstand leider nicht festgestellt werden konnte. Das Moos ist völlig steril und in solchem Zustande kaum zu unterscheiden von dem im Rhöngebiete dieselben Localitäten bewohnenden *Hypnum exannulatum* Gümb., welches letztere durch zweihäusige Blüten ausgezeichnet ist.

Daher hielt ich es für nöthig, einen erfahrenen Bryologen zu Rathe zu ziehen, meinen scharfsichtigen, verehrten Freund Dr. Karl Schliephacke, welcher mir am 12. d. Mts. schreibt, wie folgt: „Heute bin ich endlich dazu gekommen, das *Hypn. fluitans fossile* von Fulda zu untersuchen, das Resultat ist, dass auch ich nicht im Stande bin, im Blattbaue einen Unterschied von unserem heutigen *H. fluitans* zu entdecken. Aufgefallen ist mir nur, dass das fossile Moos am Grunde der kurzen Aestchen, die am unteren Stengeltheile sitzen, ganz kurze, abgerundete Blättchen trägt, welche ein kurzes, aufgesetztes Spitzchen zeigen. Diese eigenthümlichen Blätter konnte ich an der jetzt lebenden Pflanze nicht entdecken. Aber immerhin muss ich das Moos doch für *Hypnum fluitans* halten und kann daher Ihre Bestimmung nur bestätigen. — Dieses Moos ist doch ein höchst interessanter Fund; es ist zum Staunen, dass so zarte Blätter und Zellen sich erhalten haben.“

Darauf hin untersuchte ich das Moos von Fulda nochmals und sah jetzt auch diese kurzen, stumpfen, in ein Spitzchen zusammengezogenen, basalen Astblätter des unteren Stengeltheiles, deren Vorhandensein mir bei der ersten Untersuchung entgangen war. Eine weitere Prüfung eines ziemlich reichen Materials unseres jetzigen *Hypnum fluitans* zeigte mir jedoch, dass jene unteren Astblätter von abweichender Form genau ebenso, wenn auch nur vereinzelt, bei manchen Pflanzen auftreten, z. B. an Exemplaren von Breslau (leg. Dr. Milde), von Lyck (leg. Dr. Sanio), vom rothen Moor in der Rhön (leg. ipse), von West-Galizien (leg.

Dr. Schliephacke), u. s. w. Aber die Erfahrung lehrt, dass auf dergleichen Abweichungen wenig Werth zu legen ist. Ich erinnere nur an jene kurz- und stumpfblätterige Form unseres *Hylocomium splendens* vom Altai, die ich in meinem „Beitrag zur Moosflora des westlichen Sibiriens“ (in „Flora“ 1879, p. 477) als var. *obtusifolia* beschrieb, oder an eine *„forma fluitans“* unseres *Thamnium alopecurum* von Madeira mit fast ganzrandigen Astblättern, u. s. w. — Es blieb mir noch übrig, durch Stengelquerschnitte den Centralstrang zu untersuchen, den ich an Breslauer Exemplaren unseres *Hypnum fluitans* genau übereinstimmend fand mit Limpricht's Beschreibung in seiner klassischen Monographie der „Laubmoose Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz“. Das fossile Moos von Fulda aber ergab ein durchaus negatives Resultat; in allen Querschnitten, die ich aus verschiedenen Stengeltheilen anfertigte, war das Zellgewebe gänzlich zerstört!

Immerhin aber wollen wir diesen im Zellenbau der Blätter noch so gut erhaltenen ehrwürdigen Zeugen einer längst entschwundenen Zeit festhalten als *Hypnum fluitans* L., forma *fossilis*.

Freiburg i. Br., d. 25. December 1900.

Ueber die horizontale Nutation der Stengel von *Pisum sativum* und einiger anderen Pflanzen.

Von

D. Neljubow

in St. Petersburg.

(Vorläufige Mittheilung.)

Mit 2 Figuren.

Bewegungen, deren Ursache ausschliesslich in der inneren Organisation der Pflanze liegt, oder, richtiger ausgedrückt, deren Zusammenhang mit den äusseren Bedingungen unbekannt ist, werden als autonome bezeichnet. Ob sie aber ausschliesslich durch innere Ursachen hervorgerufen werden, bleibt wohl bisher eine unlösbare Aufgabe.

Nicht schwer ist es, diesen Zusammenhang in den Fällen nachzuweisen, wo die Bewegung durch eine einseitige äussere Einwirkung hervorgerufen wird; es ist aber bekannt, dass Pflanzentheile in Folge allseitig wirkender Einflüsse auch Krümmungen bilden, wie z. B. bei nyctitropischen Bewegungen. Es ist wohl nicht möglich, bei den Versuchen alle äusseren Einflüsse zu berücksichtigen, und ist daher jeder Versuch, einen Zusammenhang zwischen den äusseren Einflüssen und irgend einer der als autonom geltenden Bewegungen zu finden, nicht ohne Berechtigung. Den ersten Hinweis auf einen solchen Zusammenhang kann man darin sehen, dass die betreffende Bewegung unter gewissen äusseren Bedingungen nicht zu Stande kommt (vorausgesetzt natürlich, dass dabei die Bedingungen der Existenz und des Wachsthums der Pflanze nicht aufgehoben wurden).

Eine Art dieser Bewegungen bildet nun den Gegenstand vorliegender Versuche, deren Resultat hier in Kürze vorgeführt wird.

Es haben wahrscheinlich viele derjenigen, welche Beobachtungen über das Wachsthum (im Dunkeln) der Triebe von *Pisum sativum*, *Vicia sativa* und *Ervum Lens* gemacht haben, bemerkt, dass diese Triebe manchmal eine horizontale Lage annehmen und dann sich krümmend nach verschiedenen Richtungen wachsen, im Allgemeinen

aber wenig von der horizontalen Ebene abweichen. Diese Erscheinung ist auch in der Litteratur vermerkt. Wiesner hat, die Erscheinungen des Heliotropismus untersuchend, bemerkt, dass die sich zum Licht wendenden Stengel der Erbse eine horizontale Lage annahmen und ausserdem sich wellenförmig krümmten; bei seinen Versuchen bildeten sich diese Krümmungen bloss in der Verticalebene; anfänglich nahm er an, dass diese Erscheinung dadurch erklärt werden könne, dass die Stengel am Tage die Richtung zum Licht annehmen, des Nachts aber der Einfluss des Geotropismus eintritt. Es erwies sich aber, dass die Zahl der Krümmungen nicht der Zahl der Wachsthumstage entsprach; bei der Untersuchung der undulirenden Nutation fand Wiesner, dass die beschriebenen Krümmungen sich auch im Dunkeln bilden und rechnete sie deshalb zur automonen Nutation*).

Wiesner's Schüler, Rimmer, ist auch bei der Erforschung der Abhängigkeit der undulirenden Nutation von den äusseren Einflüssen (d. h. nicht dieser Krümmungen, sondern jener unregelmässigen Vertheilung des Wachsthums, als deren Resultat wir die S-Form der Stengel sehen) auf die besprochenen Krümmungen der Stengel der Wicke und Erbse aufmerksam geworden. Er behauptet, dass diese Erscheinung bloss bei ungünstigen Wachsthumsverhältnissen stattfindet, und zwar bei ungenügendem Feuchtigkeitsgehalt der Luft. In mit Dämpfen gesättigtem Raume bei 16 – 20° C wuchsen bei seinen Versuchen die Triebe der Wicke vollständig vertical, in trockener Luft dagegen verdickten sie sich und bildeten Verkrümmungen.**) Weder Wiesner noch Rimmer haben sich jedoch mit dieser Erscheinung specieller beschäftigt.

Auf Vorschlag des Herrn Geheimraths Prof. A. Famintzin, welcher schon längst seine Aufmerksamkeit auf diese Besonderheiten des Wachsthums der Erbsentriebe gelenkt hat, habe ich im Frühjahr 1896 die vorliegende Untersuchung vorgenommen. Die ersten Versuche wurden im botanischen Institut der St. Petersburger Universität angestellt, theils im Laboratorium und theils in der Orangerie, welcher Umstand, wie weiter unten zu sehen sein wird, nicht ohne Bedeutung ist. Ich liess die Samen der Erbse in Sägespähnen im Dunkeln (im Laboratorium), in zwei Thermostaten bei 25° C und 21—22° C keimen, in beiden Fällen in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume. Ich erhielt Erbsenkeimlinge, welche beinahe ganz horizontal der Oberfläche der Sägespähne parallel wuchsen, sich nach allen Richtungen hin krümmend, also hauptsächlich in der Horizontalebene nutirten.

Diese Keimlinge dienten zu folgenden Versuchen: Die einen placirte ich in die kalte Orangerie, theils im Dunkeln, theils ans Licht; die anderen wurden der Einwirkung des Lichts ausgesetzt in

*) Wiesner, J., Die undulirende Nutation der Internodien. (Sitzungsberichte der Wiener Academie der Wissensch. Bd. LXXVII. 1. Abth. 1878. p. 33 ff.)

**) Rimmer, Ueber die Nutation und Wachsthumsrichtungen der Keimpflanzen. (Sitzungsberichte der Wiener Academie der Wiss. Bd. LXXXIX. 1. Abth. 1884.)

demselben Zimmer, wo sie auch früher waren. Dieser letzte Versuch wurde folgendermaassen ausgeführt: Nicht weit vom Fenster, auf einer in der Horizontalebene sich drehenden Scheibe des Klinostats, wurde eine gläserne Crystallisationsschale mit Wasser hingelegt, in die Schale der Topf mit den horizontal gerichteten Pflanzen placirt und mit einem grossen Glase bedeckt, dessen Ränder im Wasser standen.

Das Resultat dieser 3 Versuche war folgendes: Nach 2 Tagen hatten sowohl die in dem Laboratorium horizontal gewachsenen und später in die Orangerie gebrachten, als auch die auf dem Klinostat unter Einfluss des Lichtes gesetzten Stengel fast rechtwinkliche Krümmungen gebildet, so dass die jüngeren Pflanzentheile vertical aufwärts gerichtet waren.

Dieses Resultat war ein ganz unerwartetes und dem von Rimmer erhaltenem widersprechendes: Die Triebe nahmen bei weniger günstigen Wachsthumsbedingungen doch eine horizontale Richtung an.

Am natürlichsten wäre es, irgend eine äussere, die Richtung der Stengel beeinflussende Einwirkung anzunehmen, abgesehen natürlich vom Geotropismus, da sie auch früher nicht dem Einfluss der Schwerkraft entzogen waren. Um dieses zu prüfen, wiederholte ich diese Versuche, die Bedingungen ein wenig verändernd.

Zwei Töpfe mit Sägespähnen, in welche die Erbsensamen gelegt waren, wurden in einen Raum gestellt, dessen Temperatur zwischen 10—15° C schwankte, wobei alle Maassnahmen getroffen wurden, um den Einfluss des Lichts auszuschliessen. Nach 13 Tagen erwies es sich, dass alle Samen vollständig vertical gerichtete Triebe entwickelt hatten, welche fast gar keine Krümmungen bildeten (die gewöhnliche S-Form natürlich ausgenommen). Gleichzeitig mit diesem Versuche wurden die Beobachtungen über die Lichteinwirkung wiederholt. Um die heliotropischen Krümmungen zu vermeiden, setzte ich die in Sägespähne gepflanzten Erbsensamen unter eine Glocke mit doppelten Wänden, zwischen denen sich eine gesättigte Kalibichromatlösung befand; die Ränder der Glocke standen im Wasser.

Während dieses Versuches schwankte die Temperatur zwischen 25—28° C. Unter diesen Bedingungen wuchsen alle Keimlinge, ebenso wie bei herabgesetzter Temperatur vollständig vertical.

In der Absicht, den Einfluss des relativen Feuchtigkeitsgehalts der Luft auf die Nutation der Erbsenkeimlinge aufzuklären, liess ich Erbsensamen im Dunkeln keimen (im Laboratorium) und benutzte dazu 2 Thermostaten, wobei in einem derselben sich Gläser mit concentrirter Schwefelsäure und Chlorcalcium befanden, während im anderen die inneren Wände mittelst nassen Fliesspapieres beständig feucht erhalten wurden.

Die Temperatur schwankte zwischen 25—28°. In beiden Thermostaten nutirten die Stengel fast ausschliesslich in der Horizontalebene.

Es wurden auch noch andere Versuche angestellt, um den Einfluss verschiedener äusserer Einwirkungen aufzuklären, sie ergaben

aber alle ein negatives Resultat, nämlich dass im Dunkeln bei erhöhter Temperatur (im Laboratorium) die Triebe immer horizontal, sich nach verschiedenen Richtungen krümmend, wuchsen.

Also bestand das allgemeine Resultat aller dieser Beobachtungen in Folgendem:

1. bei erhöhter Temperatur, im Dunkeln, wuchsen die Triebe immer horizontal,

2. das normale verticale Wachsthum wurde nur beobachtet bei niederer Temperatur oder unter Einfluss des Lichts, unabhängig von der Temperatur, also unter Verhältnissen, bei welchen gewöhnlich das Wachsthum gehemmt wird*).

Einen befremdenden Eindruck machte es, dass die im Dunkeln bei hoher Temperatur herangewachsenen Keimlinge dicker und kürzer waren, als unter Einfluss des Lichts, d. h. als ob das Licht dem Wachsthum günstig war, nicht aber es hemmte.

Im Mai desselben Jahres war ich gezwungen, die Versuche abzubrechen und konnte erst Ende August 1897 dieselben wieder aufnehmen. Alle folgenden Versuche wurden im botanischen Laboratorium der kaiserl. Academie der Wissenschaften ausgeführt.

Indem ich den Versuch über Einfluss des Lichts bei erhöhter Temperatur wiederholte, erhielt ich ein ganz neues Resultat. Allerdings waren die Bedingungen des Versuchs ein wenig von den früheren abweichend, der Unterschied war aber nicht wesentlich, und zwar: Die Erbsen wurden im Thermostaten von Roux bei einer beständigen Temperatur von 25° in feuchter Atmosphäre zum Keimen gebracht**), die einen im Dunkeln, die anderen am Licht auf der in horizontaler Richtung sich drehenden Scheibe des Klinostaten. Diese Versuche waren nicht ganz gelungen, es war trübes Wetter, und die am Lichte herangewachsenen Triebe waren etwas etiolirt, hatten aber gar keine Aehnlichkeit mit denen, welche ich unter ähnlichen Verhältnissen im vergangenen Jahre erhalten hatte; denn auch unter Einfluss des Lichtes waren die Triebe verdickt, wuchsen beinahe horizontal, sich nach verschiedenen Richtungen krümmend. Ein ebenso widersprechendes Resultat erhielt ich auch in Bezug auf den Einfluss der Temperatur. Denn bei ziemlich niedriger Temperatur (sie schwankte zwischen 9—18° C) erhielt ich Triebe, welche sich wenig von den bei hoher Temperatur gewachsenen unterschieden; sie nutirten ebenso in der horizontalen Ebene. Auf diese Weise hatten weder das Licht,

---

*) Gleichzeitig wurde von mir ein Versuch mit einigen anderen Samen aus der Familie der *Leguminosen* gemacht, im Dunkeln und unter Einfluss des Lichts, wobei in der Mehrzahl die Triebe horizontal wuchsen. Zu den folgenden Versuchen dienten aber als Versuchsobjecte ausschliesslich Erbsenkeimlinge. Sobald mir gelingt, vorliegende Erscheinung einigermaasen aufzuklären, will ich auch zu den betreffenden Beobachtungen mit Samen anderer Pflanzen zurückkehren.

**) Da überhaupt im Laboratorium die Samen leicht faulten und sich mit Schimmel bedeckten, so habe ich in den folgenden Versuchen die Samen immer mit Brom sterilisirt.

noch die niedrige Temperatur dieselbe Wirkung geäussert, wie bei Versuchen des vorigen Jahres. Man konnte meinen, dass die Temperatur nicht genügend niedrig war, damit die Triebe vertical wachsen konnten. Deshalb versuchte ich die Samen in einem ungeheizten Local (im Dunkeln, ausserhalb des Laboratoriums), wo die Temperatur also niedriger sein musste, als beim letzten Versuch, zum Keimen zu bringen.

Dieser Versuch wurde am 30. September angefangen und am 3. November beendigt. Es erwies sich, dass die Keimlinge fast vertical gewachsen waren, ebenso wie bei niedriger Temperatur im vorhergehenden Jahre. Gleichzeitig bei einem anderen Versuche, unter verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnissen, im Dunkeln im Laboratorium zum Keimen gebrachte Pflanzen nutirten fast in der Horizontalebene und waren verdickt. Mitte October war die Temperatur in diesem Local Maximum 18^0, während das Maximalthermometer, welches sich bei den Pflanzen befand, welche ausserhalb des Laboratoriums zum Keimen gebracht und welche vertical gewachsen waren, ein Maximum von 20^0 C zeigte. Die späterhin wiederholt gemachten Beobachtungen ergaben, dass in einem wie im anderen Local die Temperatur fast die gleiche, die Wachsthumsrichtung der Triebe dagegen verschieden war; ausserhalb des Laboratoriums vertical — im Laboratorium horizontal. Der einzige mögliche, wenn auch äusserst unwahrscheinliche Schluss, zu dem diese Versuche führen, ist der, dass der Grund der verschiedenen Wachsthumsrichtung der Erbsen-Keimlinge in der verschiedenen chemischen Zusammensetzung der Luft des Laboratoriums und des ausserhalb desselben gelegenen Locals zu suchen ist.

Es war nun nothwendig, diesen Schluss durch neue Versuche unter strenger Gleichhaltung aller Verhältnisse, ausgenommen die Zusammensetzung der Luft, zu prüfen. Der Versuch wurde folgendermaassen gemacht: Die Pflanzen wurden in Töpfchen, welche in grossen (16 Liter) gläsernen Gefässen sich befanden, zum Keimen gebracht. Die Gefässe standen nebeneinander in einem dunkeln Zimmer und waren oben mit Glasdeckeln bedeckt, welche mit Gummibändern befestigt waren. In den Deckeln waren Oeffnungen angebracht, in welchen Kautschukpfropfen mit Röhren steckten. Es wurde täglich während 3 Stunden mittelst einer Pumpe durch die Gefässe ein Luftstrom geleitet, und zwar durch ein Gefäss Strassenluft, durch die anderen Laboratoriumluft, wobei die Temperatur in beiden Fällen gleich war. Ich erhielt ein positives Resultat: In der Strassenluft waren die Triebe fast vertical, in Laboratoriumluft fast horizontal gewachsen.

Um sich zu überzeugen, dass die horizontale Richtung der Triebe durch irgend eine Verunreinigung der Luft des Laboratoriums bedingt wurde, war es nöthig:

1. Ein Verfahren zu finden, die Luft von diesen Beimischungen zu befreien,
2. ihre chemische Natur aufzuklären und
3. zu zeigen, dass diese Beimischuug der Strassenluft zugefügt, eine horizontale Lage der Triebe hervorruft.

Die Laboratoriumluft enthält eine Unzahl von Beimischungen, unter denen als mehr oder weniger beständig das Leuchtgas und die Producte seiner Verbrennung auftreten. Da von den letzteren bekanntlich die schwefelige Säure besonders schädlich für die Pflanzen ist, versuchte ich die Laboratoriumluft von ihr zu befreien, aber ich erhielt ein negatives Resultat. Die Laboratoriumluft ergab, trotzdem sie durch KOH und eine dicke Schicht von Manganhyperoxyd, welches am energischsten SO_2 absorbirt, gegangen war, dennoch horizontale Nutation.

Darauf versuchte ich den Einfluss des Leuchtgases selbst zu bestimmen. Ich machte den Versuch, das Leuchtgas aus der Laboratoriumluft auszuschalten, indem ich die Luft durch eine rothglühende Drehschmidt'sche Platinröhre, wie solche bei der Analyse für schwer brennbare Gase angewandt wird, und durch KOH durchgehen liess; bei einem anderen Versuch setzte ich umgekehrt zur Strassenluft kleine Mengen von Leuchtgas zu. Der erste Versuch gab nicht genügend ausgesprochene, der zweite dagegen ganz unzweifelhafte Resultate; d. h. in der durchgeglühten Laboratoriumluft wuchsen die Triebe nicht ganz vertical, unter Einfluss des Leuchtgases bei Beimischung desselben zur Strassenluft dagegen vollständig horizontal.

Das beste Mittel zur Zerstörung der Kohlenstoffe ist die Verbrennung derselben mit CuO. Nachdem ich mit der Drehschmidt'schen Röhre ein negatives Resultat erhalten hatte, versuchte ich die Laboratoriumluft zu reinigen, indem ich sie durch glühendes CuO leitete. Der Versuch wurde folgendermaassen gemacht: In drei festverschlossenen Glasglocken wurden in mit Sand gefüllten Töpfen Erbsensamen zum Keimen gebracht, wobei durch die Glasglocke täglich während 3 Stunden ein Luftstrom geleitet wurde, und zwar durch die I. Laboratoriumsluft, durch die II. ebenfalls Laboratoriumluft, welche aber vorher durch KOH, $Ba(OH)_2$, $CaCl_2$, rothglühendes CuO, wieder $Ba(OH)_2$ und Wasser geleitet war, durch die III. Laboratoriumluft, welche durch denselben Apparat geleitet war, wie bei II, aber nicht zum Glühen erhitzt. Der Baryt wurde in der zweiten Drexel-schen Flasche bald trübe, was auf das Vorhandensein von organischen Substanzen in der Luft hinwies.

Das Resultat war folgendes: In der I. und III. Glasglocke wuchsen die Triebe kaum merklich von der horizontalen Lage abweichend, in der II. Glasglocke, d. h. in der Luft, welche durch glühendes CuO durchgegangen war, dagegen fast vertical (s. Fig. I.)

Diese beiden letzten Versuche, d. h. Beimischung von Leuchtgas zur Strassenluft und die Entfernung desselben aus der Laboratoriumluft, zeigen, dass in der Laboratoriumluft hauptsächlich das Leuchtgas (möglicherweise auch noch andere Substanzen, welche durch glühendes CuO zerstört und durch Alkalien absorbirt werden), die horizontale Lage der Stengel (Nutation in der Horizontalebene) der Erbsen bedingt.

Dieser Schluss wurde durch folgenden Versuch controlirt: In einer Glasglocke mit Strassenluft wurden Erbsensamen zum Keimen gebracht; die Triebe wuchsen vertical; dann wurde in die Glasglocke eine sehr kleine Menge von Leuchtgas eingeführt, worauf die Spitzen der Keime sich fast unter einem rechten Winkel krümmten und dann weiterhin horizontal wuchsen. Dieses Experimentum crucis bestätigte also die oben gemachte Schlussfolgerung.

Wie aber sollen wir uns, gestützt auf die Ergebnisse der letzteren Versuche, die Resultate der im Frühling des vorigen Jahres angestellten Experimente erklären? Es liegt die Vermuthung nahe, dass damals die im Dunkeln, im Local des Instituts, bei erhöhter Temperatur herangewachsenen Triebe sich horizontal, dagegen die unter Einfluss des Lichts oder bei erniedrigter Temperatur gewachsenen Triebe sich vertical streckten, weil im Local des Instituts die Laboratoriumluft zu den Pflanzen in grossen Mengen Zutritt hatte, während die in demselben Institut, aber unter Glasglocken befindlichen, ebenso die in der kalten Orangerie untergebrachten Keimlinge ihrer Einwirkung entzogen waren.

Zur Controle wiederholte ich den Versuch in einem geschlossenen Behälter mit Laboratoriumluft bei Zimmertemperatur, d. h. bei circa 20°. Die Keimlinge befanden sich unter einer Glasglocke, deren Ränder im Wasser standen.

Die kleine Menge von Gas, welche sich in der in der Glasglocke eingeschlossenen Laboratoriumluft befand, hemmte zwar das Wachsthum, rief aber keine horizontale Lage der Stengel hervor. Gleichzeitig erhielt ich vollkommen verticale Triebe unter einem beständigen Strom von Strassenluft, bei erhöhter Temperatur (25,5°). Dieser Versuch beweist, dass nicht die hohe Temperatur die Ursache der horizontalen Lage der Stengel bei den vorjährigen Versuchen war. Alle in den vorhergehenden Versuchen erhaltenen verticalen Stengel, welche darauf der Wirkung einer grossen Menge von Laboratoriumluft ausgesetzt wurden, bildeten Krümmungen und Verdickungen.

Auf diese Weise war die erste Aufgabe gelöst, die Möglichkeit der Reinigung der Luft bewiesen. Was nun die chemische Natur dieser Verunreinigung anbetrifft, so ist dieselbe durch die Thatsache, dass diese Substanz im Leuchtgas enthalten ist, noch wenig aufgeklärt.

Die Zahl der Producte der trockenen Destillation der Steinkohle ist sehr gross, so führt z. B. Schiling in seinem sehr ausführlichen Leitfaden zur Gasbeleuchtung folgende gasförmige Producte auf: Benzol, Naphtalin, Aethylen, Propylen, Butylen, Methan und deren Homologe, ferner H, CO, CO_2, NH_3, H_2S, CS_2, organische Schwefelcyanverbindungen, N, O dabei zufügend u. s. w. Es handelte sich jetzt, zu untersuchen, ob ein jeder von diesen Stoffen (natürlich mit Ausschluss derjenigen, die sich in der Strassenluft befanden) eine horizontale Lage der Stengel hervorruft, oder blos einige bestimmte und welche. Eine Untersuchung aller Bestandtheile des Leuchtgases würde natürlich eine zu grosse Arbeit sein im Verhältniss zur Bedeutung der Resultate, welche man erwarten könnte.

Abgesehen von diesem Zwecke habe ich in den Versuchen, zu deren Beschreibung ich jetzt übergehe, noch einen anderen verfolgt, nämlich einen bestimmten Stoff zu finden, welcher eine horizontale Lage der Stengel hervorruft und dabei zugleich zur Arbeit bequem ist.

Eine Reihe von Versuchen hat gezeigt, dass SO_2, CS_2, Benzol, die Xylole, Naphtalin den Pflanzen wohl auch schädlich sind (in verschwindend kleinen Mengen hemmen sie das Wachsthum, rufen Verdickungen der Stengel hervor, tödten leicht die Keimlinge), aber keine horizontale Lage derselben hervorrufen.

In einem der ersten Versuche über den Einfluss des Acetylens (durch das Gefäss wurde täglich ein Strom von Strassenluft mit einer Beimischung von 0,001 des zu untersuchenden Gases geleitet) zeigten sich während zwei Wochen keine Triebe. Um zu erfahren, ob die Samen noch lebensfähig seien, leitete ich durch das Gefäss einen Strom reiner Luft (Strassenluft); nach einigen Tagen zeigten sich die Keimlinge an der Oberfläche; es erwies sich aber, dass sie Anfangs ganz horizontal unter der Oberfläche des Sandes gewachsen waren.

Aus diesen Voruntersuchungen konnte man den Schluss ziehen, dass das Acetylen eine horizontale Lage der Stengel hervorruft, und dabei sehr schädlich für die Pflanze ist. Man musste aber den Versuch auf die Weise machen, dass man willkürliche, messbare Mengen von Acetylen zusetzen konnte. Zu diesem Zwecke construirte ich besondere Apparate, mittelst welcher ich sehr leicht und sehr schnell bis zu 0,5 cc des betreffendn Gases hinzufügen konnte, wobei der Fehler nicht mehr als 0,1 betrug, gewöhnlich aber blos zwischen einigen hundertstel Cubikcentimeter schwankte.

Es erwies sich, dass das Acetylen allerdings leicht eine horizontale Lage der Stengel hervorruft, aber zu solchen Versuchen unbequem ist, denn einerseits tödtet es bei nur etwas grösserem Procentsatz die Keimlinge, anderseits verschwindet es, als leicht lösslich in Wasser, bald aus den Behältern, welche ja nothwendiger Weise immer mehr Wasser enthalten als nöthig ist, um die maximale Dose des Acetylens zu lösen.

Die besten Resultate gab das Aethylen. Es tödtet allerdings schon bei einer Menge von 2 Cubikcentimeter auf 8 Liter Luft die meisten Keimlinge, ist aber weniger löslich und deshalb kann man es bequemer in sehr kleinen Mengen anwenden. Ich bestimmte, eine wie grosse Menge von Aethylen zur Strassenluft zugesetzt werden muss, um eine horizontale Lage der Stengel zu erzielen. Es erwies sich, dass ein Zusatz von $^1/_{16000000}$ Aethylen (d. h. auf 8 Liter Luft $^1/_2$ Cubikcent. einer 0,1 pCt. Mischung von Aethylen mit Luft oder 0,005 Cubikcent. Aethylen) eine deutliche Wirkung ausübt, und ein Zusatz von $^1/_{160000}$ d. h. auf 8 Liter $^1/_2$ Cubikcent. einer 10 pCt. Mischung von Aethylen mit Luft, oder 0,05 Cubikcent. Aethylen) schon einige schwächere Keimlinge tödtet. Ich kann diese Ziffern nicht als ganz sichere ansehen, da ich nicht weiss, wieviel Gas sich auflöste, bevor es Zeit hatte zu wirken, als auch deshalb, weil viel von der Natur

der Samen, vom Zustande der Keimlinge, der Temperatur, günstigen oder ungünstigen Wachsthumsbedingungen, sogar von der Grösse der Behälter u. s. w. abhängt. In jedem Falle ist es unzweifelhaft, dass sehr kleine Mengen von Aethylen (ebenso von Leuchtgas und Acetylen) genügen, um die horizontale Lage der Stengel hervorzurufen, und bei Gleichheit der übrigen Bedingungen beobachtet man fast eine directe Proportionalität zwischen der Menge des zugesetzten Gases und seiner Wirkung auf die Keimlinge*).

Es war früher schon gesagt, dass die in reiner Luft vertical gewachsenen Triebe, bei Einwirkung von Laboratoriumluft oder Leuchtgas an ihren Spitzen fast unter einem rechten Winkel eine Krümmung bilden und der neugebildete horizontale Theil verdickt wird. Ein Zusatz von geringen Mengen Aethylen musste also dasselbe Resultat geben. Der Versuch hat diesen Schluss bestätigt. Für die Versuche, die ich in nächster Zukunft zu machen gedenke, war es mir nöthig zu erfahren, eine wie grosse Menge von Aethylen man der Luft zusetzen muss, um Krümmungen bei den vertical wachsenden Keimlingen hervorzurufen. Zu diesem Zweck machte ich folgenden Versuch. In 4 grosse (8 Liter) Behälter, in welchen die Triebe fast vertical wuchsen, wurden verschiedene Mengen von Luft, welche $^1/_{200}$ Vol.-Theil Aethylen enthielt, zugesetzt: und zwar in den I. $^1/_2$ Cubikcentimeter einer solchen Mischung, in den II. 1 Cubikcentimenter, in den III. $1^1/_2$ Cubikcentimeter und in den IV. 2 Cubikcentimeter; also 0,0025 Cubikcentimeter, 0,005 Cubikcent., 0,0075 Cubikcent. und 0,001 Cubikcent. reines Aethylen, oder auf 8 Liter gerechnet, $^1/_{3200000}$, $^1/_{1600000}$, $^1/_{1066666}$ und $^1/_{800000}$ des ganzen Volumen.

Ich erhielt folgende Resultate: Ueberall, wo Aethylen zugesetzt war, bildeten die Pflanzen Krümmungen, schneller und mehr ausgesprochen, wo mehr zugesetzt war (s. Figur II). Die Triebe hatten sich nicht alle gekrümmt, es erwies sich aber, dass bei den nicht gekrümmten die Spitzen abgestorben waren, wahrscheinlich in Folge der schädlichen Wirkung des Aethylen.

Die beschriebenen Versuche haben, wie es mir scheint, genügend bewiesen, dass die horizontale Lage der Stengel der Erbse in Laboratoriumluft und die Bildung von Krümmungen beim Uebergang aus reiner Luft in Laboratoriumluft durch das Leuchtgas, und von seinen untersuchten Bestandtheilen durch das A c e t y l e n und Aethylen verursacht werden, und dass ausserdem alle untersuchten Gase (Leuchtgas, SO_2, Acetylen, Aethylen, CS_2 Dämpfe, die Xylole und Benzol) selbst in sehr kleinen Mengen den Keimpflanzen sehr schädlich sind.

Jetzt bleibt noch übrig, die Natur der beschriebenen Krümmungen zu besprechen. Die Beantwortung dieser Frage ist der Zweck der Versuche, die ich in nächster Zukunft vornehmen will,

*) Es ist eigenthümlich, dass das Leuchtgas von den Pflanzen leichter vertragen wird, als das Aethylen und Acetylen, welche grade in relativ kleinen Mengen in ihm enthalten sind.

aber schon jetzt möchte ich einige Voraussetzungen aussprechen. Nach Wiesner gehören diese Bewegungen zur autonomen Nutation und sind als Folge von unregelmässiger Vertheilung des Wachsthums auf verschiedenen Seiten zu betrachten. Aber meinen Versuchen nach hat es sich erwiesen, dass diese Stengel in reiner Luft vertical wachsen und genau ebenso nutiren, wie das Hypokotyl der Sonnenblume, wie sich auch die anderen Verhältnisse der Umgebung ändern mögen. Es versteht sich von selbst, dass in vorliegendem Falle das Gas nicht die ganze Zeit in gleicher Weise wirken kann, denn seine Mengen sind verschwindend klein, es ist relativ leicht löslich, die Keimlinge und ihre Theile sind je nach dem Alter, nicht in gleicher Weise empfindlich u. s. w. Dadurch werden die zahlreichen Krümmungen in der Verticalebene erklärt, denn wirkt das Gas genügend kräftig, so wachsen die Triebe horizontal, erschlafft seine Wirkung, so bildet sich eine geotropische Krümmung aufwärts; manchmal gelingt es auch, einen vollständig geraden horizontalen Theil zu erhalten. Im Allgemeinen nehmen unter diesen Verhältnissen die Stengel eine horizontale Lage an und suchen dieselbe zu behalten; schon dieser Umstand allein weist darauf hin, dass die horizontale Lage der Stengel im Zusammenhang mit der Schwerkraft sein muss. Weiter haben die vorläufigen Untersuchungen ergeben, dass die in reiner Luft vertical herangewachsenen, dann in die horizontale Lage gebrachten und der Einwirkung des Gases ausgesetzten Stengel in der Mehrzahl der Fälle, wenn auch sich verdicken, so doch keine aufwärts gerichteten Krümmungen bilden. Folglich kann die Krümmung, welche den Stengel in eine horizontale Lage bringt, nicht zur autonomen Nutation gerechnet werden, weil sonst in diesem Falle die Lage des nutirenden Theils des Stengels sich jedenfalls gegenüber dem nicht wachsenden Theil verändern müsste. Ausserdem würden die Theile, wenn es eine autonome Nutation wäre, sich immer nach einer bestimmten Seite im Verhältniss zur Medianebene, d. h. einer Ebene, in welcher die Oberfläche der Cotyledonen vereinigt sind, krümmen, in Wirklichkeit ist dieses aber nicht der Fall; die erste Krümmung kann sich nach einer beliebigen Richtung hin bilden, d. h. zum Samenlappen hin oder in entgegengesetzter Richtung, und auf die eine oder auf die andere Seite der Medianebene.

Es ergiebt sich von selbst, dass diese Krümmungen auch nicht zum Chemotropismus gerechnet werden können, da sie auch in den Fällen sich bilden, wenn das Gas auf die Triebe von allen Seiten ganz gleichmässig einwirkt, z. B. wenn wir die Pflanze aus reiner Luft in Laboratoriumluft bringen.

Die in der Litteratur vorhandenen Angaben über die Einwirkung verschiedener Gase auf Pflanzen weisen blos auf folgendes Verhältniss hin: Das Gas kann entweder schädlich, oder nützlich oder indifferent sein, und kann bei ungleicher Vertheilung in der die Pflanzen umgebenden Atmosphäre Krümmungen hervorrufen, wobei die Richtung der zu untersuchenden Organe davon abhängt, von welcher Seite her das Gas eingewirkt hat. In den beschriebenen

Erscheinungen lernen wir jetzt eine neue Wirkung der Gase — Acetylen, Aethylen und Leuchtgas — kennen; sie bewirken eine horizontale Lage der Triebe. Diese Eigenschaft war bis jetzt in der Physiologie der Pflanzen unbekannt.

Die Versuche von Stahl, Vöchting, Briquet haben gezeigt, dass die äusseren Einflüsse — Licht und Temperaturschwankungen — das Verhältniss der verschiedenen Organe zur Schwerkraft verändern können; der positive oder negative Geotropismus kann in einen transversalen übergehen und umgekehrt. Die beschriebenen Erscheinungen erlauben nun, vorauszusetzen, dass die betreffenden Gase in gleicher Weise wirken, d. h. dass unter ihrer Einwirkung die Stengel der Erbse ihr Verhältniss zur Schwerkraft verändern; demnach sind die beschriebenen Krümmungen denen von transversalgeotropen Organen analog.

Warum die untersuchten Gase eine solche Wirkung ausüben, weiss ich nicht und kann darüber mir auch noch keine Meinung bilden, aber es ist ja ebenso unverständlich, warum das Licht oder Temperaturschwankungen eine ähnliche Wirkung hervorrufen können, in jedem Falle ist es nicht die Wachsthumshemmung, welche hier eine Rolle spielt, da andere das Wachsthum hemmende Einflüsse, wie z. B. die Temperaturerniedrigung und sogar die Wirkung anderer schädlicher Dämpfe und Gase den negativen Geotropismus der Stengel der Erbse nicht beeinflussen.

Ob sich meine Voraussetzungen bewahrheiten oder nicht, so zeigen die beschriebenen Versuche zweifellos, dass das Leuchtgas und aus der Zahl seiner einzelnen Bestandtheile das Acetylen und Aethylen vollständig den Charakter der Nutation der Erbsenkeimlinge verändern, indem sie eine horizontale Richtung derselben hervorrufen, abgesehen davon, dass das Leuchtgas sowie auch viele seiner einzelnen Bestandtheile an und für sich, selbst in verschwindend kleinen Mengen, schädlich auf die Keimlinge einwirken.

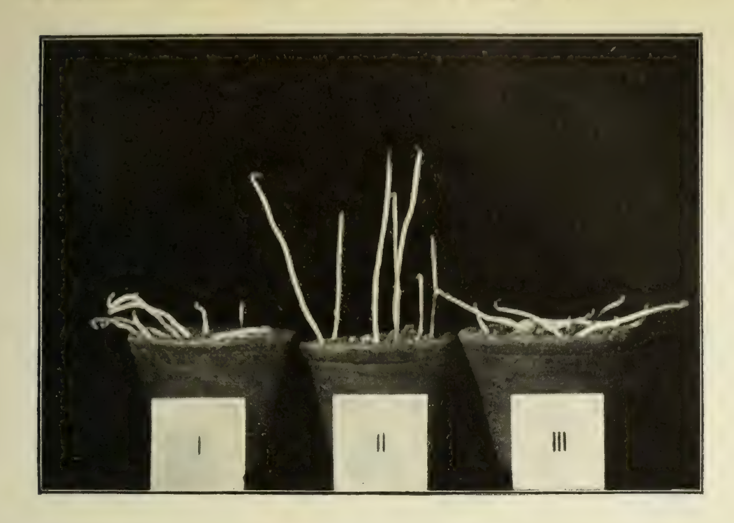


Fig. I.

I. Cultur: in der Laboratoriumluft.
II. „ in der Laboratoriumluft, welche durch KOH u. $Ba(OH)_2$ — Lösungen, durch Calciumchlorid, rothglühendes CuO, wieder Ba $(OH)_2$ und Wasser geleitet war.
III. „ in der Laboratoriumluft, durch denselben Apparat geleitet wie bei II, jedoch nicht zum Glühen erhitzt.



Fig. II.

Die Pflanzen wuchsen in Strassenluft, 8 Tage nach Aussaat der Samen wurden während 3 Tage, einmal jeden Tag, folgende Mengen Aethylen-Gas zugeführt:

bei I Cultur: $^1/_2$ Cubikcent. $^1/_2$ % Mischung von Aethylen mit Luft, d. h. bei 8 Liter $= {}^{25}/_{80000000}$.
II „ 1 Cubikcent. obigen Mischung d. h. $= {}^{5}/_{8000000}$.
III „ $1^1/_2$ „ „ „ $= {}^{75}/_{80000000}$.
IV „ 2 „ „ „ $= {}^{1}/_{800000}$
V Controll-Versuch in reiner Luft



Ueber den Bestäubungsapparat von *Vicia pannonica* MB. und *V. striata* MB.

Von

Dr. W. Taliew,

Privat-Docenten an der Universität Charkow (Russland)

Die Bestäubung bei *Vicia pannonica* und *V. striata* (Krym) wird ebenso vollführt, wie bei den übrigen *Papilionaceen*. Hier auch zeigt ein Pollenklümpchen sich aus dem Gipfel des Schiffchens, wenn ein besuchendes Insect dasselbe zurückbeugt. Oeffnet man ein Schiffchen, so kann man sehen, dass dieses Klümpchen von einer Haarbürste, welche das Griffelende umgiebt, hinausgestossen wird. Aber zu derselben Zeit fällt es in die Augen, dass der Pollen in den vollkommen entwickelten Blüten beider genannten *Vicia*-Arten nicht in den Antheren, sondern in einiger Entfernung von denselben liegt, nämlich in einer erweiterten Höhlung des freien Endes des Schiffchens, welches merklich länger ist, als die Staubfäden und der Griffel.

Wenn der Griffel bei der Zurückbiegung des Schiffchens eine (relative) Bewegung nach oben macht, fassen die längeren Bürstenhaare der Aussenseite einen Theil des Pollens aus seinem secundären Behälter und ziehen ihn nach oben und aussen. Der grössere Theil des Pollens liegt jedoch ausserhalb jenes Rayons, in dessen Grenzen die Bürstenhaare ihn zu ergreifen vermögen. Wenn wir also das Schiffchen sogleich zum zweiten Mal zurückbeugen, so erscheint ein neues Klümpchen nicht. Nichtsdestoweniger ist in lange Zeit geöffneten Blüten dieses Pollenmagazin stets vollkommen entleert. Um die Frage, wie der übrige Pollen entfernt wird, zu entscheiden, muss man auf die Gestalt dieser Höhlung in verschiedenen Entwicklungsstadien acht geben. In einer soeben geöffneten Blüte sind die Höhlungswände beiderseits gewölbt, aber nach einiger Zeit ist eine derselben concav und ragt in die andere hinein. Diese sehr früh bemerkbare Hineinwölbung einer Wand in die andere geht progressiv von unten noch oben fort.

Da der Pollen dabei ausgepresst wird, sucht er einen Ausgang und bewegt sich in der einzigen möglichen Richtung in den

oberen Theil der Höhlung und daraus nach der Seite des Griffels, wo er unter die Wirkung der Bürstenhaare gelangt. Also verdient die Höhlung, in welcher der Pollen secundär enthalten ist, den Namen eines Vorrathsmagazins, weil sein Inhalt nach und nach entfernt wird. Die Zweckmässigkeit dieser Einrichtung bedarf keiner Erklärung: Sie erlaubt nicht, den ganzen Pollen auf einmal zu verbrauchen und vergrössert so die Aussicht auf Bestäubung durch die Vertheilung der Pollenentnahme auf einige Male. Die Hineinwölbung der Wände selbst erklärt sich durch eine Spannung, welche zwischen der äusseren und inneren Seite derselben existirt. Es genügt, ein junges gewölbtes Schiffchen der Naht entlang durchzuschneiden, um sich zu überzeugen, dass seine Wände im freien Zustand auf der inneren Seite convex, auf der äusseren concav werden. Solange sie jedoch der Naht entlang verbunden sind, kann dieses Streben nur in einer Hineinwölbung der Wände sich ausdrücken.

Beim Studium der Bestäubungseinrichtungen setzt sehr oft das harmonische Zusammenwirken der einzelnen Theile in Erstaunen. So ist es auch im gegebenen Falle. Da der Griffel rechtwinkelig zur langen Achse des Schiffchens steht, so muss die Narbe bei der Zurückbiegung des letzteren einen Bogen beschreiben, ohne den Pollen in der Höhlung mit den Bürstenhaaren zu streifen. Dieser ungünstige Umstand wird in Wirklichkeit dadurch beseitigt, dass die Wände des Schiffchens rings um den Griffel ein Futteral bilden, in dem derselbe sich zu bewegen gezwungen ist. Erst nachdem der ganze obere cylindrische Theil des Griffels nach aussen herausgetreten ist, drängt sich der basale messerartig zusammengedrückte Theil derselben zwischen die genäherten Wände des Schiffchens und nimmt der Griffel seine normale rechtwinklige Lage an. Dabei bewegt die Narbe sich in einem Bogen rückwärts. Die beschriebene Einrichtung bewirkt nicht nur eine sicherere Entleerung des Pollens, sondern erleichtert auch die Beladung des Insectenbäuchleins mit demselben.

Es bleibt noch übrig zu sagen, wie der Pollen aus den Antheren in die Vorrathshöhlung, welche von ihnen durch einen Zwischenraum getrennt ist, gelangt. In einem früheren Stadium der Entwickelung hat das Schiffchen gleiche Länge mit den Staubfäden, so dass die Antheren in der Vorrathshöhlung versteckt sind. Im Laufe der folgenden Entwickelung der Blüte verlängert sich der basale Theil des Schiffchens, während der Griffel und die Staubfäden zu wachsen aufhören. Deshalb werden die Antheren allmählich aus der Höhlung herausgezogen, während der Pollen innerhalb der letzteren bleibt, weil er bei dem Durchgange durch den verengerten Theil des Schiffchens abgeschabt wird.

Aus dem Leben der Steppen des südöstlichen Russlands.

Von

Dr. W. Taliew,

Privat-Docenten an der Universität Charkow (Russland).

Der Ort der folgenden Beobachtungen liegt auf der Grenze des Gouvernements Jekaterinoslaw und des Landes des Kosakenheeres. Der Mai ist hier der beste Monat für die Vegetation. Gegen Ende Juni stellen die Steppenabhänge schon ein trauriges Bild dar, da fast alle Pflanzen verblüht sind und vergilbt, vertrocknet und verdorrt da stehen. Ueberall ragen die Fruchtkapseln hervor. Einige Arten, wie *Euphorbia nicaeensis* All. var. *glareosa* (MB. sp.), werfen während des Reifens der Früchte die Blätter vollkommen ab. Andere, wie *Brassica elongata* Ehrh., werden in der zweiten Hälfte des Sommers so trocken, dass der Stamm am Grunde leicht abbricht und die ganze Staude, von dem Boden losgelöst, zu einem Spiel des Windes wird. Unter den Füssen des Gehenden springen mit Schnarren Heerden von *Orthopteren* hervor, deren metallisch glänzende Flügel, unter den schwarzen und grauen Flügeldecken verborgen, auf einen Moment mit grünen, purpur-rothen, blauen Flecken die Steppen schmücken. Aber man glaube nicht, dass blühende Pflanzen in dieser Zeit abwesend sind. Es blühen einige *Umbelliferen*, wie *Seseli tortuosum* L., *Peucedanum ruthenicum* MB., *Eryngium campestre* L., *Labiaten*, wie die filzig behaarten *Salvia Aethiopis* L., *Marrubium peregrinum* L., *Teucrium Polium* L., viele *Compositen*, wie die stark behaarten *Linosyris villosa* DC., *Helichrysum arenarium* DC., *Aster Amellus* L., *Centaurea*-Arten und andere. Als besonders verbreitet erscheinen zwei *Compositen*, *Cichorium Intybus* L. und *Xeranthemum annuum* L. Beide genannten Pflanzen sind an die Existenzbedingungen gut angepasst. Obgleich die blattlosen knotigen Stengel von *Cichorium* auf den Steppenabhängen sehr gewöhnlich sind, wird nichtsdestoweniger ein Beobachter seine Blüten niemals sehen, wenn er die Steppe nur am Tage besuchen wird. Man muss früh am Morgen, zwischen 5 und 8 Uhr, dieselbe beobachten, um bei einem wunderbaren Schauspiele anwesend zu sein. Wenn die

Sonne eben erst aufzugehen anfängt und die Strahlen fast horizontal fallen, lebt die Steppe auf und wird mit Tausenden der schönen blauen Blumen bedeckt. Die Köpfchen von *Cichorium* öffnen sich schnell, beinahe unter den Augen des Beobachters, die Zungenblüten biegen sich zurück, die Narben ragen aus der Antherenröhre hervor und die Bienen eilen die Blumen auszunutzen.

Zwei oder drei Stunden vergehen, und das Bild verändert sich ebenso schnell. Die Köpfchen schliessen sich, und die Steppe steht wiederum traurig da. Nur an schattigen Orten und noch mehr bei trübem Wetter bleiben die Köpfchen noch lange Zeit geöffnet (im letzteren Falle bis zum Abend). Es ist interessant, die Blütezeit von *Cichorium Intybus* für verschiedene Gegenden zu vergleichen. Nach Kerner von Marilaun („Das Pflanzenleben") öffnet sich die genannte Pflanze bei Upsala um 4—5 Uhr, bei Innsbruck um 6—7 Uhr Morgens und schliesst sich hier um 2—3 Uhr Nachmittag, dort um 10 Uhr Morgens. In unserer Gegend also wird die Blütezeit beträchtlich verkürzt.

Xeranthemum annuum ist schon nach seinem Aussehen ein ausgeprägter Xerophyt. Die schmalen Blätter und der Stengel sind mit dicken Haaren bedeckt. Alle Blüten sind röhrenförmig und klein; die Rolle des Anlockungsapparats nehmen die vergrösserten, seiden-glänzend-violetten inneren Hüllblätter auf sich, während die äusseren häutig, silberweiss und etwas aufgeblasen sind. Die Blütezeit fällt auch hier mit dem frühen Morgen zusammen. Die Blüten öffnen sich nach und nach in concentrischen Kreisen von der Peripherie nach der Mitte des Köpfchens. Im Laufe einer Nacht wachsen die Staubfäden und der zwischen ihnen verborgene Griffel aus, so dass die Antherenröhre jetzt über die Blüte frei hervorragt. Bei den ersten Strahlen der Morgensonne fangen die Filamente der Staubfäden sich zu verkürzen an und ziehen die Antherenröhren rückwärts in die Kronröhre hinein. Dabei wird der Pollen aus derselben durch den Haarring des Griffels herausgestossen und liegt als ein Klümpchen auf dem Griffelende. Einige Tage nachher, wenn schon fast alle Antheren entleert sind, gehen die Narbenlappen auseinander. Noch einige Tage nachher wird auch der Griffel, wie die Staubfäden, in die Kronröhre vollkommen hineingezogen. Dann nehmen die inneren Hüllblätter einen schmutzigen Farbenton an, rollen sich der Länge nach zusammen und fallen endlich ab. Der Staubfädenapparat von *Xeranthemum* stellt also eine primitive Stufe des bekannten reizbaren Apparats von *Centaurea* und anderen *Cynareen* dar, was mit der systematischen Stellung dieser Pflanze vollkommen übereinstimmt. — In Verbindung mit dem beschriebenen Bestäubungsprocess steht noch eine bemerkenswerthe Besonderheit der Köpfchen von *Xeranthemum.* Sie sind mit ihrer Innenseite stets nach Osten gerichtet in Folge einer entsprechenden dauernden Krümmung des Stengels, so dass die Blüten des Köpfchens durch die Sonne nur am Morgen unmittelbar beleuchtet werden.

In Folge dessen hat ein Steppenabhang, der mit *Xeranthemum*-Blumen bedeckt ist, verschiedenes Aussehen, wenn man nach Westen oder nach Osten blickt. Im ersteren Falle erscheint die Steppe violett, da der Beobachter die Innenseite des Köpfchens sieht, im letzteren Falle ist sie mit silberweissen Flecken bestreut, da jetzt nur die äusseren Hüllblätter bemerkbar sind.

Nachträgliche Bemerkung

zu der Arbeit: Linsbauer, Untersuchungen über die Durchleuchtung von Laubblättern" in Beiheft 2. Bd. X.

Der bei der Durchleuchtung der Blätter von *Primula Auricula* gebrauchte Ausdruck „Wachsincrustation", welcher irrthümlicherweise stehen geblieben ist, möge mit Rücksicht auf die Angabe De Bary's in dessen vergleichenden Anatomie p. 105 richtig gestellt werden. Die in genanntem Falle gefundene Durchleuchtungsurösse ist das Resultat der vereinigten Wirkung des Haarüberzuges gnd der harzartigen Incrustationsproducte der Köpfchenhaare.

Anatomische und morphologische Studien am Bastard *Laburnum Adami* Poir.

Von

Dr. R. Laubert.

Mit 9 Figuren.

Einleitung.

Der Goldregen-Bastard *Laburnum Adami* Poir. ist bekanntlich eine der seltsamsten und interessantesten Erscheinungen der ganzen Pflanzenwelt. Es treten an ihm neben mannigfaltigen Abänderungen an älteren Exemplaren Zweige und ganze Zweigcomplexe auf, welche ein ganz abweichendes Aussehen haben und — abgesehen von sehr geringfügigen Unterschieden — völlig der einen oder der anderen Species seiner so verschiedenartigen Stammeltern gleichen. Ueber die (äusseren) Eigenthümlichkeiten und die Entwicklungsgeschichte dieses merkwürdigen Baumes sind im Laufe der Zeit schon so viel Beobachtungen, Untersuchungen und Beschreibungen gemacht und publicirt worden und theoretische Erwägungen und Schlüsse daran geknüpft, dass es nur eine zwecklose Wiederholung sein würde, wenn ich die zahlreichen betreffenden Arbeiten hier nochmals aufzählen wollte (Vergl. Focke, Pflanzen-Mischlinge, p. 519—522).

Die angestellten Untersuchungen bezogen sich indessen — abgesehen von Culturversuchen, die bisher den gewünschten sicheren Aufschluss leider noch nicht erbracht — bis vor Kurzem nur auf die äussere Gestalt. — Es war nun von Interesse, auch den inneren Bau des sonderbaren Baumes darauf zu untersuchen, ob sich ev. auch hier ungewöhnliche Erscheinungen constatiren liessen. Mit solchen Untersuchungen der endomorphen Verhältnisse des *Laburnum Adami* war ich bereits beschäftigt, als ich von einer in Oesterreich erschienenen Publication: „Fuchs, Untersuchungen über *Cytisus Adami* Poir.“*) erfuhr, in der derselbe Gegenstand behandelt ist. Da ein Theil der Hauptresultate jener Arbeit sich mit meinen Befunden nicht wohl vereinigen liess, so fühlte ich

*) Sitzungsber. d. Kaiserl. Acad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Kl. Bd. CVII. 1. Abth. p. 1273—1292.

mich bewogen, meine Untersuchungen fortzusetzen und nunmehr zu veröffentlichen.

Fuchs beschreibt und vergleicht zunächst die anatomischen Verhältnisse des Stammes, des Blattstiel- und des Blattquerschnittes von *Cytisus Laburnum* L., *Cytisus Adami* Poir. und *Cytisus purpureus* Scop., wobei er — ähnlich wie Macfarlane**) — zu interessanten, wenn auch nicht gerade frappirenden Resultaten bezüglich des intermediären Baues von *Laburnum Adami* kommt. Weiter untersucht er die Stammanatomie der an *Laburnum Adami* auftretenden sogenannten „*Cytisus purpureus*-Aestchen" und findet da auffallender Weise, dass sich in anatomischer Hinsicht diese Aestchen in ihren älteren Theilen nicht als gleich mit denen des echten *Cytisus purpureus* erwiesen. Er sagt am Schlusse seiner Arbeit bei Zusammenstellung der wichtigsten Resultate (p. 1291): „3. Die bei *Cytisus Adami* zu beobachtende Dichotypie findet in dem anatomischen Bau der dichotypen Aeste des untersuchten Exemplares insofern ihren Ausdruck, als diese Aeste in ihren älteren Theilen den Bau des Bastardes aufweisen, der aber allmälig durch Verschwinden der Elemente der einen Art in den Bau der zweiten Art übergeht. 4. Die anatomische Untersuchung der dichotypen Aeste von *Cytisus Adami* bestätigt somit die Anschauung jener Botaniker, welche in jenen Aesten eine Rückschlagserscheinung erblicken. Der Rückschlag erfolgt jedoch nicht plötzlich, sondern allmälig durch immer stärkeres Zurückbleiben der Elemente der einen der beiden Stammarten." So wie es hier gegeben ist, muss man aus dem eben Gesagten bezüglich des allmäligen Ueberganges im anatomischen Bau der beiden Formen annehmen, dass dem eine allgemeine Gültigkeit für die Rückschlagsformen des *Laburnum Adami* beizumessen sei. Indessen hat Fuchs die Rückschläge in die gelbblühende *Laburnum vulgare*-Form unberücksichtigt gelassen und ist — nach seiner Publikation zu urtheilen — zu dem obigen Ausspruch auf Grund von vergleichend-histologischen Untersuchungen gekommen, die er an sogenannten *Cytisus purpureus*-Aestchen machte, von denen er bezüglich ihrer äusseren Gestalt sagt: (p. 1288). „Ich betone ausdrücklich, dass dieser Uebergang vom Baue des *Cytisus Adami* zu dem des *Cytisus purpureus* ein allmäliger war, dass nicht etwa die Aeste vom Baue des *Cytisus purpureus* seitliche Ausästungen der anderen Zweige waren."

Ich bin nicht in der Lage, beweisen zu können, dass an dem Material, welches Fuchs untersuchte, der Uebergang vom Bau des *Laburnum Adami* zu dem des *Cytisus purpureus* thatsächlich kein allmäliger gewesen sein kann, d. h. dass seine Resultate auf unzureichende oder ungenaue Untersuchung zurückzuführen sind. Indessen gelang es mir — trotz genauer Untersuchung reichlichen

---

**) A comparison of the minute structure of plant hybrids with that of their parents, and its bearing on biological problems. (Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XXXVII. Part I. No. 14. (IV. History and structure of *Cytisus Adami*. p. 259—270. Dazu Tafel 8.)

Materials — in keinem Falle, die Behauptung Fuchs' bezüglich eines allmäligen Uebergangs von *Laburnum Adami* in *Cytisus purpureus* — weder in exomorpher noch in endomorpher Hinsicht — bestätigen zu können.

(Bezüglich des charakteristischen Mangels gewisser Gewebeelemente, wie es Fuchs für den echten *Cytisus purpureus* angiebt, konnte ich das Gegentheil constatiren.)

Aeussere Morphologie des untersuchten Materials.

Die von mir untersuchten *Laburnum Adami*-Exemplare (aus Gartenanlagen in Geisenheim und in Bonn-Poppelsdorf) trugen eine ganze Anzahl von Büschchen verschiedenen Alters, welche die *Cytisus purpureus*-Form repräsentirten. Bei der Untersuchung des morphologischen i. e. exomorphen Baues derselben fand ich jedesmal, dass eine scharfe Grenze besteht zwischen dem Bastard und dem *Cytisus purpureus*-Zweig. Beide sind ebenso scharf von einander abgesetzt, wie z. B. bei einer hochstämmigen Gartenrose die edle Cultursorte von dem Stamm des als Unterlage dienenden Wildlings (Fig. 1 u. 2).

Der *Laburnum Adami* entwickelt den Rückschlag zur *Cytisus purpureus*-Form im allgemeinen immer erst in höherem Alter. Wie mir scheint, muss der Baum erst in jenes Altersstadium gekommen sein, in dem eine Wachsthumshemmung eingetreten ist und damit zugleich vorwiegend Kurztriebe (sogen. Fruchtholz) und nur relativ wenig Langtriebe gebildet werden. Erst dann treten nach und nach vereinzelte *Cytisus purpureus*-Zweiglein auf, die sich dann weiter zu den bekannten, dünnzweigigen *Purpureus*-Büschchen*) vergrössern, die sich so fremdartig — fast wie eine Art Schmarotzer oder wie ein Hexenbesen — in der Baumkrone ausnehmen.**) — So viel ich gesehen, sind die Rückschläge zur *Purpureus*-Form alle aus einem Kurztrieb hervorgegangen. Die Kurztriebe (welche ganz dem sogen. Fruchtholz der Obstbäume entsprechen) wachsen bekanntlich nur äusserst langsam, da sie sich alljährlich nur um ein ganz kurzachsiges, eine Blattrosette und den Blütenstand tragendes Stück verlängern. Die Mehrzahl der Kurztriebe geht aus seitlichen Knospen der Langtriebe hervor; häufig entsteht aber auch aus der Endknospe des Langtriebes ein Kurztrieb (was ja auch bei gewissen Apfel- und Birnsorten nicht selten vorkommt). In Uebereinstimmung mit dem Vorkommen der *Laburnum Adami*-

---

*) Es sei gestattet in dieser Weise abzukürzen.

**) Es sei hier auf eine gewisse Analogie hingewiesen, welche besteht zwischen dem Erscheinen der Rückschlagsformen des *Laburnum Adami* einerseits und dem bei manchen Pflanzen zuweilen vorkommenden Wiederauftreten der Jugendformen andrerseits. Letztere Erscheinung ist zweifellos von ganz bestimmten Faktoren abhängig und ist z. B. an *Acacia verticillata* von Göbel künstlich hervorgerufen worden. Es zeigte sich hierbei, dass zur Hervorrufung der Jugendform gleichfalls in erster Linie eine Abschwächung der Pflanze (durch ungünstige Culturbedingungen) nothwendig war. Vergl. Göbel, Ueber Jugendformen von Pflanzen und deren künstliche Wiederhervorrufung; Göbel, Organographie der Pflanzen. 1. Theil. p. 148—151.)

Kurztriebe sitzen nun die *Cytisus purpureus*-Büschchen entweder als seitliche Ausästungen an einem *Adami*-Aste oder aber auch ganz auf der Spitze eines solchen (Fig. 1. 2. 3. 4). Ganz am Grunde der *Purpureus*-Auszweigung befindet sich am *Adami*-Aste eine Art Wulst, welcher anzeigt, dass hier ein *Adami*-Kurztrieb bereits vorhanden war, ehe daraus der erste *Purpureus*-Zweig entstand (Fig. 3 u. 4). Auffallend ist, dass sich fast regelmässig aus diesem Wulst schräg seitwärts ein schmächtiger Kurztrieb erhebt, der ohne weiteres als noch zu der reinen *Adami*-Form gehörig erkannt wird (Fig. 3). Nach allem, was ich gesehen, kann der Rückschlag in die *Cytisus purpureus*-Form nur durch sogen. Knospenvariation aus einem Kurztrieb des *Laburnum Adami* hervorgehen. Einen allmäligen Uebergang*), dessen Zustandekommen mir von vornherein wenig Wahrscheinlichkeit für sich zu haben schien, habe ich bisher nicht beobachten können.

Die Ausbildung von Kurztrieben resp. sogen. Fruchtholz wird bekanntlich durch Wachsthumshemmung begünstigt und lässt sich beispielsweise bei unseren Obstbäumen durch zielbewussten Schnitt befördern und regeln. Die Anlage eines *Cytisus purpureus*-Sprosses am *Laburnum Adami* ist ebenfalls zweifellos abhängig von den zwischen den verschiedenen Theilen des betreffenden Mutterastes z. Z. bestehenden Correlationsverhältnissen. Es erscheint mir keineswegs ausgeschlossen, dass es mir einmal gelingen werde, den *Laburnum Adami* durch entsprechendes Beschneiden oder durch andere Einflüsse zu reichlicherer Bildung von *Cytisus purpureus*-Zweigen künstlich zu veranlassen.**)

Anatomie.

Obgleich in den schon oben angeführten Abhandlungen von Fuchs und von Macfarlane die anatomischen Verhältnisse bereits Berücksichtigung gefunden haben, so scheint es mir doch geboten, meine eigenen, etwas eingehenderen Untersuchungen — zumal dieselben mit jenen nicht in allem übereinstimmen — hier wiederzugeben. Die Arbeiten: Briquet, Études sur les Cytises des Alpes maritimes und Brandza, Recherches anatomiques sur les hybrides standen mir leider nicht zur Verfügung, in Folge dessen ihr Inhalt mir unbekannt geblieben ist. (Im übrigen vergl. auch: Solereder, Systematische Anatomie der *Dicotyledonen. — Leguminosae.* p. 288—341.)

---

*) Wie es Fuchs beschreibt.

**) In die vorliegende Arbeit auch morphologische und anatomische Untersuchungen der Rückschläge des *Laburnum Adami* zu der gelbblühenden (d. h. *Laburnum vulgare* =) Stammform aufzunehmen, lag ursprünglich nicht in meiner Absicht; doch sollen diese Verhältnisse in einem Nachtrag, der dieser Arbeit unmittelbar folgen soll, Berücksichtigung finden.

Nachträgliche Anmerkung:

Die höchst interessanten jüngst publicirten Mittheilungen von Beijerinck (On the development of buds and bud-variations in *Cytisus Adami.* (Koninklyke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. November 21, 1900. p. 365—371.) konnten hier keine weitere Berücksichtigung erfahren, da dieselben erst nach Abschluss meiner Arbeit erschienen sind.

I. Einjährige Zweige.

1. *Laburnum Adami.*

Die untersuchten mittleren Theile der rundlichen einjährigen Sprosse haben eine Stärke von 2,5—2,7 mm. Das Mark hat hier einen Durchmesser von 0,81—0,92 mm, der Gefässtheil 0,21—0,27 mm, der Siebtheil gleichfalls 0,21—0,27 mm, die primäre Rinde 0,27—0,43 mm Durchmesser.

Das Mark besteht aus meist rundlich-sechseckigen, ziemlich dünnwandigen Zellen mit Intercellularen und mit zahlreichen, bis 0,004 mm weiten, rund-ovalen Tüpfeln. Die Zellen haben einen Durchmesser von 0,015—0,083 mm;*) im peripheren Theil sind sie am engsten. Stärke findet sich in der sogen. Markkrone ziemlich reichlich, im inneren Theil aber nur stellenweise.

Der Gefässtheil setzt sich der Hauptsache nach aus englumigen, radial angeordneten, theils mehr auf der inneren, theils mehr auf der äusseren Seite gelegenen Holzfasern von 0,0052—0,016 mm Durchmesser und aus 0,0052—0,044 mm weiten Gefässen zusammen. Im übrigen werden die Gewebeelemente des Holztheils und ebenso die Markstrahlen noch weiter unten besprochen.

Der Siebtheil, der aus 0,004—0,013 mm weiten, radial etwas zusammengedrückten Elementen besteht, zeichnet sich durch seine dünnen, weissen Membranen aus. Die etwa nur 0,13 mm langen Siebröhren enthalten einen gelblichen Schleimklumpen. Im peripheren Theile findet man hie und da — nicht im ganzen Umfang — einen schmalen, weissen, tangentialen Streifen. Derselbe besteht aus Phloem-Elementen, deren weisse Membranen bis zum Schwinden des Zelllumens in radialer Richtung zusammengedrückt sind.

Die Hartbast-Belege, welche den ganzen Leitbündel-Cylinder umgeben, bilden einen wellig gebogenen, unterbrochenen Ring aus 15 bis 16 einzelnen, nach aussen vorgewölbten, sichelförmigen Fasergruppen. Letztere bestehen aus 3 bis 9 Zelllagen. Die sehr englumigen Fasern sind auf dem Querschnitt eckig und haben 0,0052—0,018 mm Durchmesser. Die primäre Membran ist verholzt. Die sehr dicke, geschichtete, secundäre Membranverdickung ist unverholzt und scheint von gallertartiger oder vielmehr knorpeliger Consistenz zu sein (sogen. Gallertschicht) und färbt sich mit Chlorzinkjod-Lösung violett bis karminroth (dürfte als sogen. Hemicellulose anzusprechen sein).

Die primäre Rinde ist ein intercellularenreiches, chlorophyllhaltiges, sehr grosstüpfeliges Parenchym, dessen Zellen auf dem Querschnitt oval sind mit 0,018—0,044 mm Tangential- und 0,018—0,04 mm Radialdurchmesser. An der Peripherie sind die Zellen des Rindenparenchyms am kleinsten. Manche Zellen sind nachträglich durch eine radiale Querwand halbirt. Stärke

---

*) Bei den Zellmessungen ist im Folgenden allemal die zur Zelle gehörige Membran mitgerechnet.

findet sich am reichlichsten gegenüber den primären Markstrahlen und vor den Unterbrechungsstellen des Hartbastringes. Bereits im einjährigen Zweig finden sich in der primären Rinde, besonders in ihrem inneren Theil — zuweilen auch zwischen benachbarten Faserbelegen — hie und da vereinzelte, grosse, typische Steinzellen von 0,031—0,048 mm Durchmesser mit dicker, verholzter, von engen Tüpfelcanälen durchzogener Membran. Die Anzahl dieser Steinzellen ist hier nur sehr gering; man kann auch Querschnitte zu Gesichte bekommen, die gar keine Steinzellen zeigen. (Die Behauptung von Fuchs, dass im einjährigen Stamm von *Laburnum Adami* Steinzellen (von ihm Sklerenchymidioblasten genannt) im Rindenparenchym fehlen, (1278), ist aber mit meinen Befunden nicht vereinbar.)

Die mit Spaltöffnungen versehene Epidermis besteht aus Zellen von 0,016—0,029 mm Tangential- und 0,018—0,029 mm Radialdurchmesser und hat eine sehr dicke und resistente, gelbliche Aussenmembran.

Die Periderm-Bildung hat bereits im ersten Jahre begonnen. Die erste Korkzellenschicht entsteht gewöhnlich aus der sechsten oder siebenten Zellschicht unter der Epidermis. Die Korkzellen, die in radialen Reihen hintereinander liegen, haben mit ca. 0,015 mm Durchmesser eine annähernd cubische Gestalt und schliessen ohne Intercellularen aneinander. Ihr Lumen ist eng, da die Membran — besonders die der Stammperipherie zugewandte — sehr stark verdickt ist. Es gelangen im ersten Jahre etwa drei Zelllagen zur Ausbildung, doch beginnt die Korkbildung nicht am ganzen Umfang gleichzeitig, sondern bleibt zunächst auf kleine Stellen und einzelne Nester beschränkt.

2. *Cytisus purpureus.*

Die untersuchten einjährigen Zweigstücke sind nicht rund wie bei *Laburnum Adami*, sondern stumpf fünfkantig und haben eine Dicke von 0,94 bis 1,2 mm, sind also nicht halb so dick als jene. Desgleichen ist das Mark mit 0,33—0,45 mm, der Holztheil mit 0,075—0,15 mm, die primäre Rinde mit 0,12—03 kaum halb so stark wie bei *Laburnum Adami* und der Siebtheil ist mit 0,045—0,075 mm sogar nur ein viertel so mächtig als bei dem Bastard.

Das Mark ist im wesentlichen so gebaut wie bei *Adami*; doch sind die Zellen etwas kleiner als bei dem Bastard (im centralen Theil nur 0,026—0,065 mm weit), ausserdem erscheinen sie eckiger, d. h. weniger abgerundet. Die Membran ist dünner und die etwas spärlicheren Tüpfel bedeutend kleiner (nur bis 0,002 mm weit). Die Markkrone enthält wenig Stärke; im inneren Marktheil ist meist nur eine vereinzelte Zellgruppe stärkehaltig.

Der Gefässtheil unterscheidet sich dadurch von dem des Bastards, dass bei *Cytisus purpureus* Gefässe und Holzfasern weniger vermischt sind, dass der innere Theil des Xylems fast nur aus Gefässen, der periphere Theil fast nur aus dickwandigen, englumigen Holzfasern besteht. Die Gefässe sind hier nur 0,0078—

0,02 mm weit, also etwa nur halb so weit, auch der Durchmesser der Holzfasern (0,004—0,01 mm) ist etwas geringer als bei *Laburnum Adami*. — Nicht ohne Interesse ist ferner, dass an manchen Querschnitten der Holzring an den fünf Partieen, welche einem peripheren Faserbündel gegenüberliegen, am Cambium eine flache Einbuchtung zeigt und dass ausserdem an diesen Stellen die Xylemelemente mit stärker verdickten Membranen nicht im äusseren, sondern im inneren Theil des Holzringes liegen. Man könnte hieraus schliessen, dass für die Anlage resp. Ausbildung der dickwandigen Holzelemente einerseits und der peripheren Faserstränge andrerseits irgend ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältniss bestanden hat.

Im Siebtheil, der bedeutend schmäler als bei *Laburnum Adami* ist, fallen, ebenso wie dort, die charakteristischen weissen Membranen der etwas zusammengedrückten, ein wenig engeren Phloemelemente (0,004—0,0078 mm Durchmesser) auf. Auch die Höhe der letzteren ist hier geringer (bis 0,1 mm). Die oben erwähnten, peripheren, weissen, aus zusammengedrückten Zellen bestehenden tangentialen Streifen fehlen hier im einjährigen Zweige jedoch.

Die Hartbast-Belege bilden einen mehr geschlossenen, nur 8 bis 9 mal unterbrochenen, ziemlich gleich dicken Ring, der aus ein bis vier Zelllagen sehr englumiger Fasern von 0,004—0,018 mm Durchmesser besteht. Der ganze Hartbastring ist hier bedeutend schmäler als bei *Laburnum Adami* und auch nicht so wellig nach aussen vorgewölbt.

Die primäre Rinde besteht, wie bei dem Bastard, aus chlorophyllhaltigen Parenchymzellen, deren radialer Durchmesser aber merklich kleiner ist (0,013—0,026 mm). Steinzellen habe ich in den einjährigen Zweigen nicht gefunden. Ein wesentliches Charakteristikum für *Cytisus purpureus* liegt aber darin, dass der junge Zweig fünfkantig ist und dass unter jeder Kante im Rindentheil ein Faserstrang verläuft, der einen radialen Durchmesser von 0,07—0,14 mm und einen tangentialen Durchmesser von 0,078—0,11 mm hat. Zuweilen findet man etwas innerhalb eines Faserstranges isolirt oder auch mit jenem zusammenhängend noch eine kleinere Fasergruppe von etwa sechs Zellen. Ausserhalb der Faserstränge ist das Rindenparenchym schwach collenchymatisch verdickt.

Die Epidermis ist von der des Bastard nicht merklich unterschieden. Auch hier ist eine sehr dicke gelbliche Aussenmembran vorhanden. Die Spaltöffnungen mit ihren kleinen, tief eingesenkt liegenden Schliesszellen sind noch deutlich zu erkennen.

Periderm-Bildung hatte an den untersuchten einjährigen Zweigstücken noch nicht begonnen.

3. Die am *Laburnum Adami* auftretenden *Cytisus purpureus*-Aestchen.

Das untersuchte einjährige Material hat einen Durchmesser von 0,78—0,93 mm. Das Mark hat 0,27—0,35 mm, der Gefäss-

theil 0,03—0,09 mm, der Siebtheil 0,037—0,067 mm, die primäre Rinde 0,075—0,21 mm Durchmesser. Die Verhältnisse sind also in dieser Beziehung im wesentlichen dieselben wie beim echten *Cytisus purpureus*.

Bezüglich der Anatomie kann ich mich kurz fassen: Charakteristische Unterscheidungsmerkmale zwischen dieser Rückschlagsform und dem echten *Cytisus purpureus* liessen sich nicht aufstellen. Doch will ich nicht unterlassen zu bemerken, dass ich die fünf peripheren Faserstränge zum Theil etwas kleiner gefunden habe als bei dem echten *Cytisus purpureus*, nämlich 0,057—0,07 mm Radial- und 0,057—0,096 mm Tangentialdurchmesser, was sich wohl dadurch erklärt, dass überhaupt der ganze untersuchte Zweig ein wenig dünner war.

II. Mehrjährige Zweige.

1. *Laburnum Adami.*

Der Holztheil. In der Regel, oder doch vielfach lassen sich in jedem Jahresringe zunächst vier verschiedene concentrische Zonen von einander unterscheiden. Die erste Zone, das zuerst gebildete Frühholz (jedenfalls hauptsächlich der Wasserleitung dienend), wird vorwiegend aus weiten Tüpfelgefässen gabildet. Darauf folgt eine ziemlich mächtige Festigungszone, deren Grundmasse aus sehr englumigen, dickwandigen Holzfasern besteht. Dieselbe ist von Gefässgruppen, die zu mehr oder weniger deutlichen schrägen Reihen angeordnet sind, durchsetzt. Diese Gefässe sind etwas enger als die zuerst gebildeten. Der folgende dritte Ring enthält wiederum fast ausschliesslich tracheale Gewebeelemente, und zwar grösstentheils Spiraltracheiden. Das den Schluss des Jahreszuwachses bildende zuletzt entstandene Spätholz stellt eine ziemlich schmale, stellenweise gänzlich fehlende Festigungszone dar, die — wie die zweite Zone — aus sehr englumigen, dickwandigen Holzfasern besteht. — Eine solch scharfe Sonderung in vier verschiedenen Zonen ist aber durchaus nicht immer vorhanden. Im einjährigen Zweig sind die Verhältnisse etwas anders und auch an denjenigen Zweigen und Aesten, welche fast nur Kurztriebe, d. h. gar keine oder bloss wenig Langtriebe entwickeln, und an denen der jährliche Dickenzuwachs mithin nur gering ist, ist eine Sonderung in verschiedenen Zonen gar nicht oder nur schwer bemerkbar. Oft geht es sogar so weit, dass sich eine Abgrenzung der einzelnen Jahresringe nur mit Mühe und Unsicherheit constatiren lässt. Es kommen dann fast nur noch gefässreiche Zonen zu stärkerer Ausbildung, während die Libriform- und Tracheiden-Ringe stark, oft bis zu fast gänzlichem Schwinden reducirt sind oder nur auf einzelne, kleine, zerstreute Gruppen beschränkt bleiben. Auch die Markstrahlen sind in den gefässreichen Jahresringen etwas reducirt und die kleineren Markstrahlen sind hierselbst viel stärkeärmer, als dies bei ihnen zwischen den Holzfaserpartieen der Fall ist.

Die älteren Jahresringe wandeln sich schon relativ sehr früh

in dunkler gefärbtes Kernholz um. Hier sind dann in den weitlumigen Xylem-Elementen, besonders in den Gefässen, gelbbraune Auskleidungen vorhanden. Nach Will*) tragen die als innere Membranbelege auftretenden Kernholz-Secrete, welche häufig ein Gemenge verschiedener Körper, wie Gummi, Harz und Oel sind, im allgemeinen vorwiegend bassorinartigen Charakter. Dass bei *Laburnum* ausserdem die Membranen selbst mit dunklen Holzfarbstoffen (Xylochromen) imprägnirt sind [welche Gerbstoffderivate sein sollen (Strasburger, Lehrbuch der Botanik)], scheint nicht immer der Fall zu sein.

Was die verschiedenen Gewebeelemente im einzeln anbetrifft, so ist darüber folgendes zu sagen:

Die Gefässe sind in ihrer Grösse und Ausbildung etwas von einander verschieden. Die grössten Gefässglieder haben eine Länge von etwa 0,2 mm und 0,065—0,07 mm Weite. Die Membran ist dicht mit ziemlich grossen, breiten Hoftüpfeln besetzt, die einen annähernd horizontal gestellten Querspalt haben. Die einfache Querperforation ist beinah horizontal oder auch mehr geneigt (bis 45°). Die meisten Gefässe — weniger die allergrössten — besitzen ausser der Tüpfelung noch eine ziemlich feine Spiralverdickung. — Enge, echte Spiralgefässe mit ein bis zwei Verdickungsbändern und 0,016—0,02 mm Weite finden sich im primären Holztheil, ebenso Uebergangsformen zu den Tüpfelgefässen, mit leiterförmiger Membranverdickung. — Die engeren Gefässe bilden zum Theil als Tracheidgefässe Uebergangsformen zu den eigentlichen Tracheiden. Letztere haben eine deutliche Spiralverdickung und ausserdem kleine Tüpfel. Ihre Länge beträgt 0,17—0,22 mm, die Weite 0,01—0,013 mm. Die Holzfasern haben grösstentheils — analog den Bastfasern — ein nur enges Lumen und eine sehr starke, secundäre, weiche Verdickungsschicht, die in manchen Theilen des Jahresringes mit Chlorzinkjod-Lösung einen violett bis karminrothen Farbenton annimmt, in andern Theilen aber mehr oder weniger verholzt ist. Die Länge beträgt ½ mm, der Querdurchmesser 0,013 mm. Eine Tüpfelung ist kaum noch wahrzunehmen. In mittels Eau de Javelle mazerirtem Holz habe ich auch grössere Fasern mit einzelnen, kurzen, hornartigen Fortsätzen an den Enden gefunden, die — nach der Schichtung der Membran zu urtheilen — erst nachträglich entstanden zu sein scheinen. Auch kürzere Fasern von 0,19—0,35 mm Länge und 0,013—0,016 mm Weite mit nur mässig dicker Membran und freien ovalen Tüpfeln — zuweilen durch eine Querwand gefächert — kommen vor und ferner stärkereiche Ersatzfasern mit mässig dicker Membran und reichlichen runden Tüpfeln, sowie Uebergangsformen zwischen Holzfasern, Ersatzfasern und Holzparenchym. Letzteres enthält gleichfalls Stärke und besitzt mässig dicke, getüpfelte Membranen. In Berührung mit den Gefässen sind die Tüpfel bedeutend grösser. Holzparenchym und Ersatzfasern sind

*) Ueber die Secretbildung im Wund- und Kernholz. (Archiv für Pharmacie. Bd. CCXXXVII. p. 369—372. Ref. Bot. Centr. 1900. p. 23—25.)

nicht sehr reichlich vorhanden; sie begleiten, wie gewöhnlich, die Gefässe.

Die Markstrahlen sind theils einreihig und haben dann von 0,075—0,6 mm Höhe, theils zwei- bis vierreihig und haben dann meist viel bedeutendere Höhe. Die stärkehaltigen Zellen sind rechteckig, haben 0,0078—0,016 mm Tangentialdurchmesser, 0,01—0,065 mm Radialdurchmesser und 0,01—0,029 mm Höhe. Sie sind meist „liegend", da ihre Höhe geringer als der radiale Durchmesser zu sein pflegt. Die ziemlich dicke Membran ist mit zahlreichen, rundlichen, in deutlich horizontalen Reihen angeordneten Tüpfeln versehen. Knotige Anschwellungen der Markstrahlen in der Nähe des Holzparenchyms (wie es für einige *Cytisus*-Arten angegeben wird) sind mir hier nicht aufgefallen. In den grösseren Markstrahlen finden sich kleine Intercellularen.

Der Basttheil hat im mehrjährigen Zweig ein sehr charakteristisches Aussehen, indem er – mit schwacher Vergrösserung betrachtet — durch seine abwechselnd hellen und dunklen Schichten an den Basttheil des Lindenzweiges erinnert. Wir haben hier nämlich eine grössere Anzahl von sichelförmigen, nach aussen vorgewölbten, tangentialen Streifen, die hauptsächlich aus obliterirten, weisswandigen Phloem-Elementen bestehen und sich mit Chlorzinkjod-Lösung lebhaft blau färben. (Figur 5). Derartige, übrigens weit verbreitete, ausser Funktion getretene Phloemschichten sind als Hornbast oder Karatenchym bezeichnet worden.*) Fuchs nennt dieselben Cambiform-Schichten, doch bezweifle ich, ob das, was man ursprünglich unter Cambiform verstanden hat, mit den eben erwähnten, weissen Baststreifen des *Laburnum* identisch ist. Zwischen je zwei solcher Hornbastschichten liegt eine intercellularenreiche, etwas schmälere Schicht aus ein bis drei (meist zwei) Zelllagen von weitlumigen, relativ dünnwandigen, sehr gross getüpfelten Parenchymzellen, welche Stärke enthalten. Der erste Hornbast-Streifen tritt im peripheren Theil des Phloems bereits im einjährigen Zweige auf, wie das schon oben angedeutet. In jedem Jahre werden ein paar Hornbast-Schichten gebildet. Eine weitere bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit der älteren *Laburnum*-Zweige besteht darin, dass sich in den älteren Basttheilen zahlreiche kleinere und grössere, zu tangentialen Streifen vereinigte Gruppen von bastfaserartigen Zellen vorfinden. Durch diese Faserzellen kann an den betreffenden Stellen die zusammengedrückte, weisswandige Hornbast-Schicht fast ganz verdrängt oder richtiger ersetzt sein. Im Gegensatz zu den echten Bastfasern der primären, peripheren Hartbast-Belege haben diese Faserzellen einen rundlich-ovalen Querschnitt von 0,01—0,018 mm Durchmesser. Die Enden sind mehr oder weniger abgerundet. Ihre primäre Membran**) verholzt, die sehr beträchtliche, geschichtete, innere Verdickungsschicht wird mit Chlorzinkjod-Lösung schliesslich roth-

*) Wigand, Ueber die Deorganisation der Pflanzenzelle. (Pringsh. Jahrb. Bd. III. p. 119. Tschirch, Angew. Anatomie. Bd. I. p. 346.)

**) Vergl. Sanio, Bot. Ztg. Jahrg. 21. p. 104.

braun (Callose?) und löst sich oft von der primären Membran ab. Das Lumen ist bis zu einem schmalen Spalt oder Punkt verengt. Tüpfelung ist nicht wahrzunehmen. Die Anfangs sehr vereinzelten Faserzellen treten erst im peripheren Basttheil mehrjähriger Zweige auf. Nach allem, was ich gesehen, müssen diese eigenartigen secundären Faserzellen des Basttheils nachträglich successiv aus den älteren Theilen des Bastkörpers, und zwar aus bereits stark zusammengedrückten, aber noch lebenden Phloem-Zonen hervorgegangen sein. Dieser Umstand ist meines Wissens — zum mindesten für die hier in Frage stehende *Papilionacee* — noch nicht näher bekannt.

Die primäre Rinde unterscheidet sich von der des einjährigen Zweiges nur dadurch, dass hier die aus Rindenparenchymzellen hervorgehenden Steinzellen sehr viel reichlicher vorhanden sind und in grösseren Gruppen, die schon mit der Lupe als gelbe Punkte wahrzunehmen sind, beisammen liegen. Ausser den isodiametrischen grösseren Steinzellen (Brachysklereiden) fand ich in der Nähe der Bastfasern auch noch kleinere, gestreckte Steinzellen (sogen. Stabzellen oder Makrosklereiden) von etwa 0,14 mm Höhe und 0,018—0,02 mm Breite.

Das Periderm bildet, auch am älteren Stamme, eine glatte Rinde. Da eine andere als die primäre Phellogen-Zone nicht auftritt, so ist eine eigentliche Borken-Bildung bei *Laburnum* nicht vorhanden.

Auffallend ist, dass man schon mittels schwacher Vergrösserung den sehr dickwandigen blassgelben Kork hier und da von der Peripherie bis zum Korkcambium durch einen Keil von dünnwandigen, dunkler erscheinenden, braunen Korkzellen (Figur 6) ersetzt findet, die in der Tangentialrichtung (0,016—0,026 mm Tangential- und 0,0052—0,016 mm Radialdurchmesser) etwas weiter sind als jene (mit etwa 0,015 mm Durchmesser). (Fig. 6.) Ob diese dünnwandigen Korkpartien, die auf dem Querschnitt und dem radialen Längsschnitt gleiches Aussehen haben, vielleicht für die tangentiale Dehnung des ganzen Kork-Cylinders oder für den Gasaustausch von besonderer Bedeutung sind,*) mag einstweilen dahingestellt sein. — Die Phelloderm-Bildung ist ziemlich gering.

2. *Cytisus purpureus.*

Ich will davon absehen, die Stammanatomie von *Cytisus purpureus* hier ebenso ausführlich wiederzugeben, wie das für *Laburnum Adami* geschehen, und werde nur die wesentlichsten Differenz-Punkte hervorheben.

Der Holztheil. Auch hier zeigen die Jahresringe — jedoch nicht immer — die bei *Laburnum* beschriebenen concentrischen Zonen. Grösstentheils bilden die Libriformfasern die Grundmasse, stellenweise auch die Spiraltracheiden. Die Gewebeelemente entsprechen im Allgemeinen denen von *Laburnum Adami*, haben aber

*) Oder auch gleichsam ein Erbstück der einen Stammform (*Cytisus purpureus*) vorstellen.

durchschnittlich viel geringere Dimensionen. So sind z. B. die grossen Gefässe bloss 0,013 - 0,039 mm weit und 0,078—0,14 mm hoch, die Holzfasern 0,0052—0,013 mm weit etc. Auch hier wandeln sich die älteren Jahresringe des dunkler als bei *Laburnum Adami* erscheinenden Holzkörpers schon relativ sehr früh in Kernholz um, was in derselben Weise geschieht, wie das für *Laburnum* beschrieben.

Die Markstrahlen. Die kleinen Markstrahlen sind eine Zellreihe breit und 0,045—0,45 mm hoch und bestehen aus 1—17 übereinanderliegenden Zellreihen. Die grösseren Markstrahlen sind spindelförmig (Tangentialschnitt), in ihrem mittleren Theil 2—4 Zellreihen breit und durchschnittlich 0,41 mm hoch. Sie besitzen kleine Intercellularen. Die Markstrahlzellen (besonders der breiteren Markstrahlen) sind in Form und Grösse ziemlich ungleich, die meisten sind „stehend", dann 1—4 mal höher als radialbreit. Ihr radialer Durchmesser beträgt 0,0078—0,065 mm, der tangentiale 0,0039—0,016 mm, die Höhe 0,013—0,047 mm. Auf dem Tangentialschnitt sind die Zellen zum Theil fast kreisrund. [Fuchs sagt, dass die Markstrahlen hier „ausnahmslos einreihig" und „nur hier und da zwei Zellen nebeneinander" liegen (p. 1281). Das deckt sich mit meinen Befunden keineswegs.]

Der Siebtheil, dessen Mächtigkeit weit hinter der des Basttheils von *Laburnum Adami* zurückbleibt, weist eine lange nicht so deutliche Schichtung auf, wie das bei *Laburnum Adami* der Fall ist. Zwar bestehen auch hier die älteren Theile des Bastkörpers aus zusammengedrückten, weisswandigen Phloemelementen (mit Chlorzinkjod-Lösung intensiv blau), das Bastparenchym ist aber weniger reichlich vorhanden und nicht in so ausgeprägt tangentialen Zonen angeordnet, in Folge dessen es nicht zu einer so regelmässigen Schichtung des ganzen Bastkörpers kommt, wie das bei dem Bastard der Fall ist. Angedeutet ist eine solche Schichtung hier und da, da die Bastparenchymzellen stellenweise zu kurzen tangentialen Streifen vereinigt sind. Die für *Laburnum* so charakteristischen, in den älteren Bastpartien nachträglich auftretenden, englumigen Bastfaserzellen fehlten an allen, auch den ältesten, von mir untersuchten Zweigen des *Cytisus purpureus* gänzlich.

In der primären Rinde habe ich — im Gegensatz zu Fuchs — an älteren Zweigen englumiger Steinzellen von 0,021 —0,034 mm Durchmesser vorgefunden, wenn auch dieselben hier nicht zu so grossen Gruppen vereinigt sind, wie bei *Laburnum Adami.* Auch gestreckte Steinzellen kommen bei *Cytisus purpureus* vor.

Die Periderm-Bildung ist von der des *Laburnum Adami* merklich verschieden. Die sich sehr stark verdickende Aussenmembran der Epidermiszellen bildet hier länger als bei dem Bastard dem Abschluss nach aussen. Die Korkbildung tritt hier erst viel später, und zwar direct unter der Epidermis auf und bleibt länger auf kleinere Partieen beschränkt. Es wird nur eine Art Schwammkork gebildet, der aus dünnwandigen Korkzellen besteht und sich leichter vom Stamm abschilfert.

3. Die am *Laburnum Adami* auftretenden *Cytisus purpureus*-Aestchen.

Es würde keineswegs wunderbar erscheinen, wenn die *Purpureus*-Aestchen, welche — oben in der Baumkrone gedeihend — unter wesentlich anderen Wachsthumsbedingungen stehen als die sich dicht über dem Erdboden befindenden echten *Cytisus purpureus*-Sträuchlein, nun auch — und zwar in Folge der abnorm geänderten Wachsthumsbedingungen, oder auch in Folge ihrer aussergewöhnlichen Abstammung und Entstehung — im anatomischen Bau geringfügige Abweichungen zeigen; denn die Pflanze ist nicht nur in morphologischer sondern auch in anatomischer Hinsicht einer gewissen, durch äussere Einflüsse ausgelösten Variabilität fähig.

Indessen konnte ich merkliche Unterschiede im anatomischen Bau zwischen den beiden *Cytisus purpureus*-Formen nicht constatiren — im Gegensatz zu Fuchs, der so wesentliche Abweichungen gefunden haben will, dass er auf Grund dieser anatomischen Unterschiede „die auf *Cytisus Adami* auftretenden Aeste vom Aussehen des *Cytisus purpureus* zum mindesten nicht in ihrer Gänze als reinen *Cytisus purpureus*“ bezeichnen zu können meint. (p. 1290). Falls also bei den Untersuchungen von Fuchs keine Fehler, resp. Ungenauigkeiten untergelaufen sind, so müsste das von ihm verarbeitete Object als eine von den von mir untersuchten Material etwas abweichende Variation anzusehen sein.

Ueber vorkommende geringfügige Unterschiede in der äusseren Gestalt der beiden *Cytisus purpureus*-Formen ist schon früher berichtet worden (Focke, Pflanzen-Mischlinge. p. 521. — Darwin, das Variiren der Thiere und Pflanzen. Von Carus. Bd. I. p. 498. — Fuchs, p. 1289, 1290).

III. Wichtige anatomische Unterschiede zwischen *Laburnum Adami* und *Cytisus purpureus*.

1. In den Zweigen des *Cytisus purpureus*, die bei gleichem Alter viel dünner sind als bei *Laburnum Adami*, sind im allgemeinen auch alle Gewerbeelemente bedeutend kleiner als die entsprechenden des Bastards.
2. In den fünfkantigen einjährigen Zweigen von *Cytisus purpureus* verläuft in jeder Kante ein Faserstrang. In den *Laburnum Adami*-Zweigen, welche sämmtlich rund sind, fehlen diese Faserstränge.
3. Die Hartbast-Belege bilden im einjährigen *Cytisus purpureus*-Zweig einen ziemlich gleichmässigen Ring, der 8—9 mal unterbrochen ist, während der etwas unregelmässigere Faserring von *Laburnum Adami* aus 15 bis 16 dickeren, sichelförmigen, nach aussen vorgewölbten Fasergruppen zusammengesetzt ist.
4. Bei *Cytisus purpureus* treten die Steinzellen in der Rinde später und mehr vereinzelt auf, bei *Laburnum Adami* viel früher und zu grösseren Gruppen vereinigt.

5. Der nur schmale Basttheil von *Cytisus purpureus* ist nicht so regelmässig gezont wie der viel mächtigere Basttheil des *Laburnum Adami.*
6. Die sich bei *Laburnum Adami* vorfindenden, nachträglich im älteren Bast entstehenden, sehr englumigen Bastfaserzellen fehlen bei *Cytisus purpureus.*
7. Das schon am einjährigen Zweige von *Laburnum Adami* auftretende Periderm besteht fast ausschliesslich aus sehr dickwandigen Korkzellen, während der erst später gebildete Kork des *Cytisus purpureus* nur dünnwandige Korkzellen enthält.
8. Die Markstrahlen von *Cytisus purpureus* werden hauptsächlich aus „liegenden" Zellen zusammengesetzt, welche auf dem Tangentialschnitt eine mehr oder weniger eckig-ovale Gestalt haben; die Markzellstrahlen von *Laburnum Adami* sind meistens „stehend" und erscheinen auf dem Tangentialschnitt grossentheils mehr kreisrund.
9. Das Holz des *Cytisus purpureus* erscheint unter dem Mikroskop viel dunkler als das hell-gelbliche Holz des *Laburnum Adami.*

IV. Anatomische Verhältnisse der ältesten Theile und der Ursprungsstelle der den *Cytisus purpureus* repräsentirenden Rückschlagsform.

Nach Fuchs entspricht der anatomische Bau der ältesten Zweige der Rückschlagsform nicht ganz dem des echten *Cytisus purpureus.* Er behauptet, dass an dem von ihm untersuchten Material der Uebergang ein allmäliger gewesen sei, insofern nämlich, als dass er hier Gewebe (Cambiformzell-Schichten) und Zellen (Sklerenchymidioblasten) aufgefunden habe, die der echte *Cytisus purpureus* nicht, wohl aber der Bastard besitzen soll. — Steinzellen kommen nun aber, wie schon oben gesagt wurde, auch beim echten *Cytisus purpureus* in der Rinde vor, nur sind sie beim *Laburnum Adami* sehr viel reichlicher. Weisse, aus zusammengedrückten Phloem-Elementen bestehende Bastpartieen finden sich sowohl bei *Laburnum Adami* wie bei *Cytisus purpureus.* Die regelmässige Schichtung dieser Bastpartien sowie die nachträglich entstehenden englumigen, bastfaserartigen Zellen im älteren Bast kommen nur bei *Laburnum Adami*, nicht bei *Cytisus purpureus* vor.

An dem von mir untersuchten Material waren allmälige Uebergänge zwischen den *Cytisus purpureus-* und den *Laburnum Adami*-Aesten, aus welchen dieselben hervorgegangen, nicht vorhanden. Wie ich mich an zahlreichen Querschnitten und Längsschnitten überzeugte, war in jedem der vorliegenden Untersuchungsstücke die Grenze zwischen den beiden verschiedenartigen Zweigtheilen in histologischer Beziehung ebenso scharf, wie das in ihrer äussern Gestalt hervortritt. Schon bei oberflächlicher Betrachtung fiel am Längsschnitt (von Material, das vorher längere Zeit in einem Alkohol-Glycerin-Gemisch gelegen) die

scharfe Sonderung der beiden Zweige sofort durch die ganz verschiedenartige Färbung auf, indem nämlich der Holzkörper von *Cytisus purpureus* sehr viel dunkler schmutzig-gelbbraun gefärbt ist als das hellgelbliche Holz von *Laburnum Adami**) (Fig. 7).

Figur 7 zeigt einen Längsschnitt durch die Ansatzstelle eines *Cytisus purpureus*-Büschchens am *Laburnum Adami*-Aste schwach vergrössert. Am letzteren bemerkt man in seiner dicken Rinde, ganz besonders in dem Wulst, sehr zahlreiche, grosse Steinzell-Gruppen, während man in der viel schwächeren Rinde des *Purpureus*-Zweiges nur ganz vereinzelte Steinzellen sieht. Der *Laburnum*-Zweig ist mit dickwandigem Kork bedeckt, der *Purpureus*-Zweig trägt nur dünnwandigen u. s. f.

Nicht unerwähnt lassen will ich, dass der Faserverlauf des *Adami*-Kurztriebes in dessen allerunterstem Theil ziemlich unregelmässig erscheint und dass daselbst das Mark in seinem mittleren Theile dickwandige, verholzte Zellen aufweist, eine übrigens auch bei andern Gehölzen zu beobachtende Erscheinung (Vergl. Mágócsy-Dietz, Die theilweise Verholzung des Markes gewisser Holzpflanzen. — Ref.: Bot. Centralbl. Bd. LXXXI. 1900. p. 337—338. — Jost, Bot. Ztg. 1901. I. p. 1—24).

Wichtigste Resultate.

1. Die an dem *Laburnum Adami* als auch *Cytisus purpureus* auftretenden Rückschlagsbildungen, welche jedenfalls nur durch sogen. Knospenvariation, und zwar aus seitlichen oder auch terminalen Kurztrieben des Bastards hervorgehen, sind von ihrem Mutteraste sowohl in exomorpher wie in endomorpher Beziehung scharf abgegrenzt (Figur 1—4, 7).
2. Die untersuchten, den *Cytisus purpureus* repräsentirenden Rückschlagsbildungen des *Laburnum Adami* glichen sowohl in ihren jüngeren wie in ihren älteren Theilen in anatomischer Hinsicht ganz der echten *Cytisus purpureus*-Form.
3. Einen allmäligen Uebergang zwischen dem *Laburnum Adami* und den ihm entspringenden *Cytisus purpureus*-Aesten, wie das von anderer Seite beschrieben worden ist, konnte ich nicht constatiren.

Beiläufige Ergebnisse.

1. Im älteren Basttheil von *Laburnum Adami* treten englumige, bastfaserähnliche Zellen auf, die offenbar aus schon stark zusammengedrückten, jedoch noch lebenden Phloemtheilen successive hervorgehen (Figur 5).
2. Der dickwandige, gelbliche Kork von *Laburnum Adami* ist stellenweise durch dünnwandigen Kork ersetzt, der in Form eines Keils von der Peripherie bis an das Phellogen reicht (Figur 6).

*) Nebenbei sei bemerkt, dass bei dem rothblühenden Geissklee (i. e. *Cytisus purpureus*) das Laub — ähnlich wie bei gewissen anderen Pflanzen — beim Trocknen schwarz wird, eine Erscheinung, die bei dem *Laburnum Adami* — wenigstens bei sorgfältiger Behandlung — nicht auftritt.



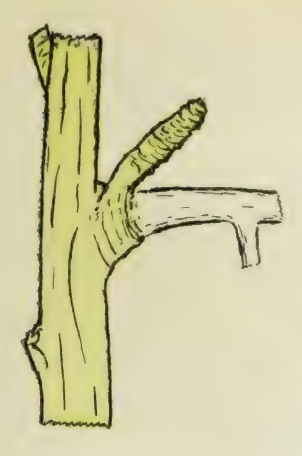
Figur 1.

Laburnum Adami-Ast mit einem dünnzweigigen *Cytisus purpureus*-Büschchen (nach eigener photographischer Aufnahme von einem Baum aus den Gartenanlagen der Königlichen Lehranstalt in Geisenheim).



Figur 2.

Laburnum Adami-Ast mit 2 *Cytisus purpureus*-Büschchen (von demselben Baum).



Figur 3.

Cytisus purpureus
seitlich an einem *Laburnum Adami*-Aste sitzend.

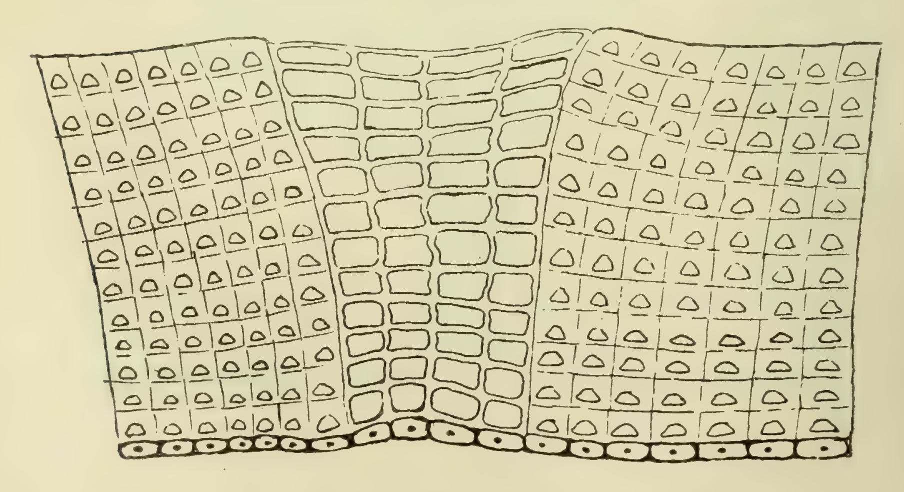


Figur 4.

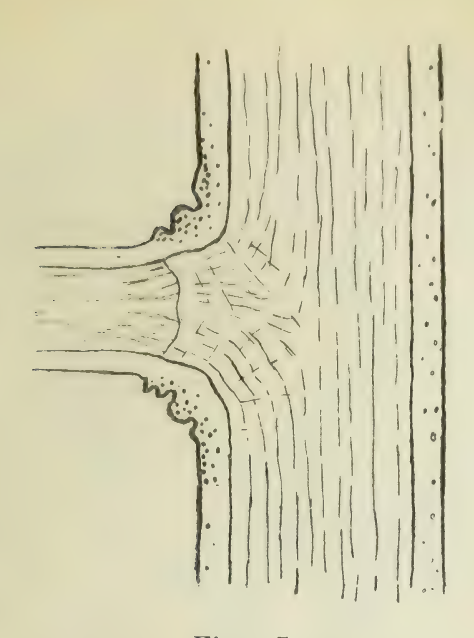
Cytisus purpureus terminal auf einem *Laburnum Adami*-Aste sitzend.

Figur 5.

Querschnitt aus dem älteren Theil des Bastes von *Laburnum Adami*. Rechts und links ein Rinden(mark)strahl. Dazwischen 3 bogenförmige intercellularreiche Streifen von Bastparenchymzellen (mit eingezeichneten Tüpfeln). Zwischen je 2 Parenchymstreifen eine weissliche Schicht von stark zusammengedrückten Phloem-Elementen (sogen. Hornbast) mit eingelagerten englumigen Bastfaserzellen.



Figur 6.
Dickwandiger Kork von *Laburnum Adami*; im mittleren Theil durch dünnwandige Korkzellen ersetzt.



Figur 7.
Längsschnitt durch einen *Laburnum Adami*-Ast mit seitlichem Kurztrieb, der plötzlich in *Cytisus purpureus*-Zweig übergeht.



Figur B.
Skizze von derselben Zweigpartie.



Figur A.

Zweigpartie von einem *Laburnum Adami* (kleinblättrig) mit daraus hervorgegangenem *Laburnum vulgare* (grossblättrig und früchtetragend).

Nachtrag

zu meiner Arbeit: „Anatomische und morphologische Studien am Bastard *Laburnum Adami* Poir.“

Im Folgenden soll kurz auf den Uebergang hingewiesen werden, der zwischen den *Laburnum Adami*-Aesten und den aus ihnen hervorgehenden gelbblühenden *Laburnum vulgare*-Zweigen besteht.

Ich kann mich da kurz fassen. Dieser Uebergang ist nämlich — und zwar in morphologischer wie anatomischer Hinsicht — an dem von mir untersuchten Material ein ebenso unvermittelter, wie das in der vorhergehenden Arbeit für die am *Laburnum Adami* entstandenen *Cytisus purpureus*-Aestchen constatirt wurde. Von einem allmäligen Uebergang von *Laburnum Adami* zum *Laburnum vulgare* konnte bei meinem Untersuchungsmaterial nicht die Rede sein. Es müssen auch hier die *Laburnum vulgare*-Zweige als das Product einer sogen. Knospenvariation aus dem Bastard hervorgegangen sein. — In ihren Grössenverhältnissen sowie im ganzen Habitus steht dem Bastard seine gelbblühende Stammform (*Laburnum vulgare*) ja viel näher als der *Cytisus purpureus* dies thut. Daher fallen in der Baumkrone des *Laburnum Adami* die *Laburnum vulgare*-Zweige auch lange nicht so fremdartig in die Augen als die *Cytisus purpureus*-Büschchen. — Es soll davon abgesehen werden, die anatomischen Unterschiede zwischen dem gewöhnlichen Goldregen und dem Bastard aufzuzählen. Dieselben sind bereits in den Arbeiten berücksichtigt worden, die ich im ersten Theile meiner obigen Publication angeführt habe. Auch die morphologischen Unterschiede zwischen den beiden Goldregenformen sind bekannt. In Fällen, wo es zweifelhaft erscheint (z. B. im unbelaubten Zustande), ob der fragliche Theil dem Bastard oder der *Laburnum vulgare*-Form zuzurechnen ist, bieten die Knospen gute Unterscheidungsmerkmale, indem die Knospenschuppen bei *Laburnum Adami* braun und unbehaart, bei *Laburnum vulgare* dagegen mit weissen, einzelligen Haaren besetzt sind. (Fig. A und B.)

In den beigefügten Abbildungen repräsentirt der grossblättrige früchtetragende Theil *Laburnum vulgare*. Aus seinem kurzgedrungenen, wulstartigen Basaltheile, mit dem er dem Mutteraste ansitzt, sind ausser einem gelbblühenden Langtriebe noch 8 fructificirende *Laburnum vulgare*-Kurztriebe hervorgegangen. Dicht neben jener wulstartigen Basis des *Laburnum vulgare*-Theiles sitzt am selben Mutteraste ein kleiner, abgestorbener Kurztrieb, der bereits dem *Laburnum Adami* zugehört, ähnlich wie das am Grunde der *Cytisus purpureus*-Büschchen beobachtet wurde und in obiger Arbeit angeführt worden ist.

Botanisches Institut der landw. Academie in Bonn-Poppelsdorf.
November 1900.

Notes on Plant Distribution in Southern California, U. S. A.

By

R. E. B. McKenney.

With 7 figures.

Introduction.

But few of the United States show such a diversity of topography and climate as California. Not only does the northern half of the state differ from the southern, but these parts are each divisible into a number of regions. In this preliminary paper, I wish to treat briefly of part of one of these regions, namely Orange County.

The Coast Range of mountains with a general trend from northwest to southeast divides southern California into two main divisions. The eastern section, largely occupied by the wohave Desert, is a typical xerophile district. The western section is a more fertile region, not only supporting a large population, but furnishing large quantities of oranges and other fruits for the Eastern States and Europe. Orange County is situated in his western section, and has an area of 740 sq. miles. Its location will be made out from fig. 1.

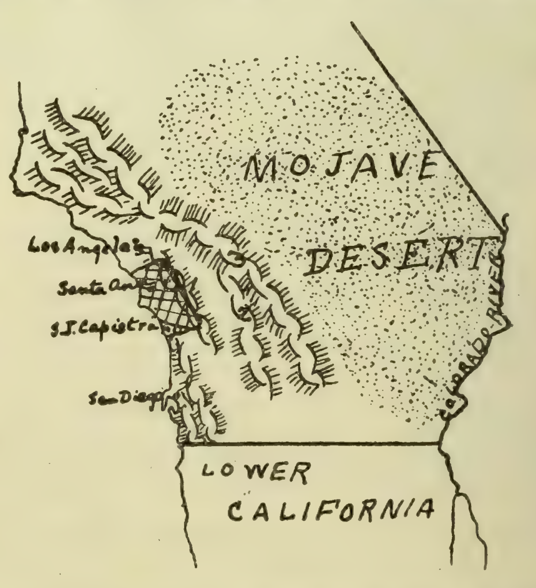


Fig. 1. Diagram of Southern California showing location of Orange County; 1 = Santa Ana Mts.; 2 = San Jacinto Mts., 3 = San Bernardino Mts.

The Santa Ana Mts., one of the chains of the Coast Range,

occupy the eastern half of the County; while the western boundary is marked by the Pacific Ocean. Running along the coast line and parallel with it is a chain of hills, the Laguna Mts. Stretching between the eastern and western chains is a slightly elevated and comparatively level plain, commonly called a Mesa. In many cases the Laguna Mts. run down into the sea. Accordingly, flat sandy beach is not extensive.

The year in southern California is divisable into two seasons, the Wet and the Dry. The Dry season lasts approximately from the middle of March to the middle of October. Conversely the Wet season comes between October and March. As will be seen from the accompanying table, the rainfall even in the Wet season is quite smal in amount. In the season of '99—'00 I only recall two days during which it rained continuously the entire day. In the absence of exact continuous records for the county, I give the records of the U. S. Meteorological Bureau for City of Los Angeles in the neighboring county. From a climatic point the two counties are quite similar.

City of Los Angeles, County of Los Angeles, California
Latitude 34° 3' N. Longtitude 118° 15' W. Elevation 103.022 Meters.

Year	Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
1895	14.83	1.17	9.58	1.16	.48	.03	T	T	T	.61	2.03	1.98	31.87
1896	8.20	T	7.54	.48	.76	T	.05	.03	T	3.30	4.22	5.39	29.97
1897	9.40	14.27	5.87	.05	.25	T	T	.00	.00	6.27	.03	.13	36.27
1898	3.20	1.30	2.49	.08	4.44	T	.18	T	.05	.23	T	.30	12.28
1899	6.70	0.10	4.60	.45	.10	1.47	.00	.03	T	4.04	2.29	2.29	22.07
1900	2.97	T	2.51	1.37	4.60	T	T	T	T	.66	16.59	T	28.70

T denotes trace. Precipitation expressed in Centimeters.

Corresponding with the small rainfall is the scarcity of streams of any size. Four streams with a general south-westerly trend run from the Santa Ana Mts.: Santa Ana River, Santiago, Aliso and Trabuco creeks. With the exception of the Santiago Creek which empties into the Santa Ana River, all these empty into the sea. These streams have but few tributaries, and these, are only found near the heads of main streams.

The temperature is even and warm through out the year as will be indicated by tables of temperatures of cities to the north and south of the county.

City of Los Angeles, County of Los Angeles, California.
Latitude 34° 3' N. Longtitude 118° 15' W. Elevation 103.022 Meters.

Year	Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Yearly Average
1895	11.2	13.7	13.0	14.8	17.6	18.8	20.2	20.4	20.4	18.7	15.6	13.6	16.5
1896	14.2	15.3	14.7	13.4	17.2	20.6	21.6	21.8	19.8	18.6	15.4	15.0	17.2
1897	13.1	11.8	11.8	16.2	17.0	18.7	20.8	22.1	21.2	16.7	16.4	13.2	16.5
1898	10.8	14.3	12.9	17.1	15.6	19.5	21.3	23.3	21.7	18.1	15.6	13.8	17.0
1899	13.2	12 1	13.7	15.4	15.3	18.4	20.9	20.3	21.3	17.4	16.7	14.3	16.6
1900	14.2	14.6	15.7	13.7	17.7	19.6	21.5	20.2	19.4	17.8	19.1	15.7	17.5

City of San Diego, County of San Diego, California.
Latitude 32° 43′ N. Longtitude 117° 10′ W. Elevation 26.517 Meters.

Year	Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct	Nov.	Dec.	Yearly Average
1895	11.7	13.2	13.0	14.3	16.6	17.2	18.6	19.5	19.6	18.0	15.2	12.7	15.8
1896	13.0	14.2	14.0	13.5	16.6	18.2	20.3	20.7	19.2	17.8	15.3	15.0	16.5
1897	13.2	12.6	12.3	15.4	16.0	17.4	19.4	21.0	20.0	16.8	15.6	12.7	16.1
1898	10.4	12.8	12.5	15.0	14.7	17.6	19.2	21.4	20.2	16.8	15.2	13.6	15.8
1899	13.0	11 8	13.6	14.6	14.3	15.2	18 7	18.8	18 6	17.1	16.0	14 8	15 6
1900	14.3	14.2	15.1	13.8	16.1	18.0	19.8	19.0	18.7	17.3	18.1	15.8	16.7

Temperatures expressed in degrees celsius.

The prevailing winds are from the west and being moisture laden are of some importance to the vegetation. During night and early morning, these winds blow the sea fogs inland. As the rainfall is so small, the water obtained by condensation of these fogs materially adds to supply on which the vegetation depends. During the Wet season the trade winds accasionally blow with considerable violence. After one of these wind storms the less hardy plants appear withered and burnt. As all regions are nearly equally exposed to action of these winds they have but little if any effect on the plant distribution.

The Formations.

An examination of the vegetation of Orange County shows it to be distributed into seven fairly distinct formations. These we may designate as; — Mountain, Foothill, Cañon, River Bed, Mesa, Bog and Strand Formations. The last two of these and particularly the Bog formation are much limited in area.

The Mountain formation is found on those mountains, constituting the center or back-bone of the Sierra Santa Ana. These are commonly over 500 meters high. The Foothill formation is found on the hills which constitute the flanks of the Sierra Santa Ana and on the hills of the Laguna chain. These hills are between 300 and 500 meters in height. The Cañon formation comprises plant growth on the floor and lower parts of the walls of the cañons. The vegetation found in the beds of the rivers and on the Mesa constitute the River Bed and Mesa formations respectively. The Bog formation comprises the vegetation growing in places where the water collects to form stagnant pools. These spots are small and scattered over the Mesa at wide intervals. In the southern half of the county the shore chain of hills runs down abruptly into the sea, so that here flat sandy beach is only found in spots at the cañon mouths. In the northern half of the county, there is a narrow strip of sandy beach between the hills and the sea. The vegetation of these stretches of sandy beach constitute the Strand formation.

Mountain Formation: The vegetation of this formation consists primarily of shrubs, with a minor, but constant admixture of herbaceous forms. With a few exceptions, arborescent types are wanting. The shrub growth is commonly between 2 and

3 meters in height. It consists of woody forms very much and irregularly branched and closely grown; constituting what has been called a scrub growth. The wood of these forms is commonly tough and fibrous. In some cases however, it may be quite hard and unyielding in nature.

The leaves of the typical members of the scrub are always small and simple with entire or slightly spiny toothed margins. They are thick and have a well developed cuticle. When the cuticle is less thick, the leaves have a moderate cowering of hairs on both surfaces. These hairs may be dry or glandular. The following are the most common forms and give the scrub its general characteristics: *Arctostaphylos manzanita* Parry, *Gilia californica* Benth., *Audibertia stachyoides* Benth., *Ceanothus sorediatus* H. et A., *C. cuneatus* Nutt., *C. divaricatus* Nutt., *Quercus dumosus* Nutt., *Qu. chrysolepis* Liebm., *Qu. Wislizeni* A. DC., *Castilleia parviflora* Bong., *Cercocarpus lidifolius* Nutt., *Pentstemon heterophyllus* Lindl. and *P. spectabilis* Thurb. Occasionally some of these forms are found in other formations, but they are not common there and tend to take on a different form of growth. A number of other forms are also met with in the mountain scrub but these are not frequent and are to be regarded as migrants from other formations. They do not contribute to the general character of the scrub. Among these migrant forms are to be mentioned *Rhamnus crocea* Nutt., *Adenostoma fasciculatum* H. et A. and *Pickeringia montana* Nutt.

In little isolated patches between the dense scrub masses are found the following characteristic herbaceous forms: *Chlorogalum pomeridianum* Kunth, *Zygadenus Fremonti* Torr., *Gomphocarpus tomentosus* Gray, *Solidago californica* Nutt., *Epilobium paniculatum* Nutt. and *Clarkia pulchella* Pursh. These forms are not found in masses but as single individuals or as small clusters of two or three. When the spaces between the scrub are larger, masses of the following are found: *Lupinus affinis* Agardh, *L. truncatus* Nutt., *L. sparsiflorus* Benth., *L. hirsutissimus* Benth., *Sanicula arctopoides* H. et A., *Chaenactis artemisiaefolia* Gray, *Salvia columbariea* Benth., *Eschscholzia californica* Cham. and *Viola pedunculata* T. et G. The last three are very common but are not restricted to this formation.

Yucca Whipplei Torr. with its short vegetative and enormous inflorescence stems is a very common and typical mountain form.

Clambering over the scrub are to be found numerous individuals of *Vicia americana* Muhl. var. *truncata* Brewer, *Vicia linearis* Greene, and to a less extent *Convolvulus occidentalis* Gray var. *tenuissimus* Gray and *Clematis lasiantha* Nutt. Even on the top of Mt. Santiago (1728 meters), the highest peak, these are found in abundance.

Cactoid forms are but rarely met with in the mountain formation.

Although not rare, ferns constitute one of the secondary characters of the formation. They are more abundant in the Foothill formation. I have only found one species restricted to

the mountains namely *Woodwardia radicans* Smith. This growe luxuriantly about the tiny mountain springs and is larger and more leathery in texture than when growing on the Atlantic slope of America.

Arborescent forms are only found as isolated specimens or small clumps on the lower parts of the mountain sides. The forms met with are: *Libocedrus decurrens* Torr., *Pseudotsuga Douglasii* Carr. var. *macrocarpa* Engelm. and *Pinus ponderosa* Doug.

Foothill Formation: Like the mountain formation, this is characterized by a scrub growth. The extent of the scrub is not so great and its nature, both as to composition and structure, is decidedly different from that of the mountains. The height of the scrub varies from 0.5 to 2 meters. Its habit is spreading and open — a marked contrast to the more erect and close grown mountain form. The branching is often quite regular, as in *Eriogonum fasciculatum* Benth. which has quite a pronounced dichotomy. However, a symmetrical growth is rare. The stems are quite woody, tough and fibrous. The mountain scrub is social, this is unsocial. As a rule each plant stands by itself and has more or less clear space about it. Frequently two or three plants cluster together, but these clusters are always surrounded by a clear area.

The leaves of the scrub are almost always very small and entire, commonly linear or lanceolate in shape. In texture they are somewhat leathery. Hairs are present in almost all cases, and are found on upper as well as under leaf surfaces. Often the hairs are glandular. The characteristic forms are: *Eriogonum fasciculatum* Benth., *Artemisia californica* Lees, *Audibertia polystachya* Benth., *Rhamnus crocea* Nutt. and *Adenostoma fasciculata* H. et A. The last two, as mentioned, are occasionally found in the mountains, but it is in the foothill formation that they are abundant.

Cactus is a very common feature of the foothills, although it is not equally abundant in all hills. In many cases the cactus makes up a third or even half of the scrub. In some instances the hillsides are covered from base to apex with cactus. On these the growth is quite tall, often as much as 2.5 meters high. On these hills, even herbaceous growth is largely wanting. In Fig. 2 we have a hill in which the scrub is about equally divided between *Opuntia*, *Eriogonum* and *Artemisia*. The cactoid growth is composed of two species — *Opuntia Engelmanni* Salm. and *O. prolifera* Engelm.; the former being twice as common as the latter.

In the open areas about the individuals of the scrub is a large herbaceous vegetation. The composition of this varies at different times of the year. In fact there is a quite regular succession of forms, which begins in the early part of the wet season and continues until the early part of the dry season. From July until the end of the year there is but little change in the herbaceous flora of the foothills.

Owing to the grayness of the scrub and the small number of herbaceous forms the hills have a dry dead appearance from July until January. Then owing to sprouting of the members of the

first set of herbs, a greener aspect is assumed. The forms of this first series which are entirely or nearly restricted to the foothills are: *Nemophila insignis* Doug., *N. Menziesii* H. et A., *Plagiobothrys nothofulvus* Gray, *Gilia dianthoides* Endl., *Calochortus albus* Dougl. and *Mirabilis multiflora* Gray. *Brodiaea capitata* Benth., *Echinocystis fabacea* Naud. and *Eschscholzia californica* Cham., which are also abundant here at this time are found in several formations.

In March the members of the second series attain their full development. These are: *Layia platyglossa* Gray, *Madia sativa* Molina, *Amsinckia spectabilis* F. et M., *Phacelia distans* Benth., *P. tanacetifolia* Benth., *Salvia carduacea* Benth., *S. columbariae* Benth., *Plantago patagonica* Jacq. var. *nuda* Gray and *Hosackia glaber* Greene. During this period the hills are a blaze of orange owing to the great growth of *Cuscuta subinclusa* D. et H. Almost all of the scrub and often much herbaceous growth is attacked.

During April and early May the third set of herbs reaches maturity. The characteristic forms are: *Allium serratum* Wats., *Cotyledon lanceolata* B. et H., *C. pulverulenta* Baker, *C. caespitosa* Haw., *Sedum obtusatum* Gray, *Chorizanthe staticoides* Benth., *Cnicus occidentalis* Gray and *Krinitzia leiocarpa* Wats. In late May and June we find *Phacelia hispida* Gray, *Solanum Xanti* Gray, *Calochortus Catalinae* Wats. and on the lower parts *Nicotiana Biglovii* Wats.

By the middle of July the majority of herbaceous forms have fruited and, and least in their aerial parts, have withered.

Ferns are found more frequently in the foothill formation than elsewhere. They do not however constitute a prominent feature of the formation. They frequently have a xerophile structure. This is particularly true of *Gymnogramme triangularis* Kaulf. and *Pellaea andromedaefolia* Nee. The last, hard to point of brittleness, is the only form in which leaves persist throughout the Dry season.

Cañon Formation: The most prominent feature of this formation is the presence of trees. With the exception of the few mentioned in the mountains, trees are restricted to this formation. Trees are not found in all parts of the cañons; but in the parts where they do grow, they form groves. It is unusual to find isolated specimens. This social habit does not produce tall straight trunks. Usually the trunks are massive and the unbranched stock is comparatively short. The crown is always large and spreading.

These cañon groves are formed almost entirely by two species, namely *Platanus racemosus* Nutt. and *Quercus agrifolia* Nee. It is as common to find groves consisting of either *Quercus* or *Platanus* (Fig. 3) as it is to find both together. In the upper and narrower parts of the cañons, *Acer macrophyllus* Pursh and *Pseudotsuga Douglasii* Carr. var. *macrocarpa* Engelm. are frequent. *Quercus chrysolepis* Liebm., a member of the mountain scrub frequently wanders into the cañons and becomes arborescent.

It is noteworthy that *Platanus* and *Quercus* are very unlike in structure. The former has commonly two or three trunks springing separately from the root system while the later has but

a single trunk. The crown of *Quercus (*Fig. 4) is larger, oftener and more finely branched than *Platanus.* Further, the leaves of *Platanus* are large, five lobed, rather thick, leathery, dark green and deciduous. The wool which covers the leaves when they unfold persists for a long time. The leaves of *Quercus* are more abundant, thin, hard, dark, evergreen, small and except for the small marginal spines entire. The wool of the young leaves soon disappears so that they soon become smooth, and on the upper surface even glistening.

In the regions not occupied by trees we find numerous shrubs and herbs. The shrubs of the cañon formation are usually taller than those of mountains and foothills and are more regularly branched. The tendency is much more toward a mesophytic than a xerophytic type. The branches are usually straight. The leaves are of medium size and varying shape. They are seldom entire and often compound.

The characteristic forms are *Eriodyction tomentosum* Benth., *Romneya Coulteri* Harv., *Amorpha californica* Nutt., *Trichostema lanatum* Benth., *Rosa californica* Schlecht., *Mimulus glutinosus* Wend., *Photinia arbutifolia* Lindl., *Zauschneria californica* Presl, *Pentstemon cordifolius* Benth., *Eriodyction*, *Trichostoma* and *Mimulus* have and abundant covering of farge gland hairs on all of their parts.

Climbing forms are represented by *Vitis Californica* Benth. and *Rhus Toxicodendron* L.

In cañons which no longer have running water, *Opuntia* is not uncommon, *O. Engelmanni* Salm is the common form. It usually takes on the spreading rather than the erect habit and its joints are not more than half the size of the hill forms.

The herbaceous flora of the cañons is a large one but its composition does not vary as often or as regularly as that of the foothills. Many forms are typically mesophytic in nature. The more characteristic forms include: *Paeonia Brownii* Dougl. (*californica* Nutt.), *Thalictrum polycarpum* Wats., *Claytonia perfoliata* Donn., *Geranium carolinianum* L., *Platystemon denticulatus* Greene, *Bloomeria aurea* Kell., *Galium Aparine* L., *Verbena prostrata* R. Br., *Phacelia Whitlavia* Gray, *Mimulus luteus* L. var. *depauperatus* Gray, *Mentha canadensis* L., *Pycnanthemum californicum* Torr., *Solidago occidentalis* Nutt. and *Houttynia californica* B. et H.

In the damper parts *Equisetum arvensis* L., *E. hiemale* L. and *E. Telmateja* Ehrb. are often to be found. Only one fern grows on the cañon floor, *Pteris aquilina* Kuhn. It is much smaller than when growing in moist open sandy situations. Sclerenchyma is very strougly developed, particularly in the rhizome.

River Bed Formation: During the wet season shrubs about 2.5 meters high constitute nearly the entire vegetation of this formation. In manner of growth these forms resemble the cañon shrub. The leaves are however always entire and usually smooth. The major portion of this shrub growth is made up of

Salix lasiolepis Benth., *S. laevigata* Bebb., *Baccharis viminea* DC. and *Nicotiana glauca* Graham. The first three species, in external features are very much alike. This resemblance is so striking that *Baccharis*, although a typical composite, is often called by Californious, „the flowering willow". An equal admixture of *Salix* and *Baccharis* is shown in Fig. 5.

During the wet season herbs are uncommon and are restricted to the borders of the river beds. After the flow of water ceases, which is usually in April, many of the herbs form the Mesa spread over the river beds. Throughout the year, however, the four mentioned shrubs constitute the central feature and enable one to distinguish the river beds at considerable distances.

Mesa Formation: This formation is characterized by an absence of all arborescent and shrubby growth. Although the vegetation is herbaceous, grasses are uncommon and form an insignificant part of the flora. The vegetation is of two types, a more or less succulent form and a hard dry form with a withered appearance. The leaves of the first type are proportionally much larger than in the second type. In the latter, there is a tendency to spine development. The principal species are: *Datura meteloides* DC., *Suaeda Torryana* Wats., *Salicornia ambigua* Michx., *Mesembryanthemum crystallinum* L., *Sesuvium portulacastrum* L., *Eremocarpus setigerus* Benth., *Sarcobatus Maximiliana* Nees, *Asclepias eriocarpa* Benth., *Atriplex patula* L., *A. californica* Moq., *Heliotropium curassavicum* L., *Euphorbia albo-marginata* T. et G., *Croton tenuis* Wats., *Grindelia robusta* Nutt., *Centaurea militensis* L., *Cucurbita foetidissima* H. B. K., *Malva borealis* Wallm., *Helianthus annuus* L., *Heterotheca grandiflora* Nutt., *Erigeron canadensis* L., *Chenopodium ambrosioides* L., *Eurotia lanata* Moq., *Trichostema lanceolatum* Benth., *Hemizonia fasciculata* T. et G. var. *ramosissima* Gray, *Nemocaulis Nuttallii* Benth., *Pterostegia drymarioides* F. et M., *Lastarriaea chilensis* Remy and *Eriogonum Thurberi* Torr. The first and last six represent the more extreme forms, while the remainder are more or less intermediate in character.

The more succulent form are commoner on the more alkaline sections of the Mesa and the others on the less alkaline sections. Both types tend to assume a spreading habit. Histological differences must be reserved for discussion in a later paper. In the succulent forms, when present, the leaves are fairly large; in the other form the leaves are small and in many cases almost reduced to small spines.

Bog Formation: This formation, is devisable into two types; namely that having surface water continually and that only having the ground saturated with water. The forms found in first type are in most cases abundant in such formations. They are: *Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L., *Azolla filiculoides* Ehrh., *Scirpus lacustris* L. var. *occidentalis* Wats., *Lemna minor* L., *Nasturtium officinale* R. Br., *Hydrocotyle ranunculoides* L. fil., *Mimulus luteus* L. and *Urtica holosericea* Nutt. The last two are not so commonly found in bog formation.

The second type of the formation is characterized by the following: *Stachys bullata* Benth., *Trifolium involucratum* Willd., *Apium graveolens* L., *Cotula coronopifolia* L. and the *Houttynia californica* B. et H. of the cañons. It may be noted that in this second type we find smaller intercellular spaces than in plants growing where there is surface water for long periods.
sandy beach is quite bare of vegetation. However, the rocks of the

Strand Formation: Between low and high tide marks, the hills which project into the ocean have a large supply of algoid growth in this region. *Fucus serrata* L., *F. fastigiata* L., *Cladophora rupestris* L., *Plumaria elegans* Schmitz and *Corallina officinalis* Ell. are the most common forms found here.

Above flood tide, where there is a beach, it is flat and unbroken by dunes. The growth here is almost entirely herbaceous in character. The few woody forms are low and have a spreading habit. *Oenothera cheiranthifolia* Hornem. var. *suffruticosa* Wats. is the common woody form. Other characteristic species are: *Abronia maritima* Nutt., *A. umbellata* Lam., *Mesembryanthemum aequilaterale* Haw., *Franseria bipinnatifida* Nutt. and *Calystegia Soldanella* L. (Fig. 6.)

It will be noticed that these forms are quite succulent. With the exception of *Franseria*, all have a spreading or creeping habit. The *Abronias* are noteworthy in that, as will be seen in Fig. 6, they have their leaves placed nearly vertically. It will also be seen that the leaf surfaces face in different directions. In some cases they face east and west and in others north and south. It may be that this position, which appears to be a fixed one, is an attempt to obtain rather than to avoid strong light. Were the leaf surfaces placed in a dorso-ventral position, they would shade one another too much as they grow in compact masses.

Grasses, which constitute an important part of many strand formations, are here but poorly represented. (Fig. 7.)

In addition to its own peculiar plants, the strand formation contains a number of species which are present in the more alkaline portions of Mesa. The forms common to both formations are: *Salicornia ambigua* Michx., *Sesuvium portulacastrum* L., *Atriplex californica* Moq., *Sarcobatus Maximiliana* Nees and *Mesembryanthemum crystallinum* L. When growing on the coast these forms seem less stiff and hard than when growing inland. In *Mesembryanthemum crystallinum* L. the strand form has larger and much greener leaves than the inland form. When growing on the alkaline Mesa all parts are colored deep red.

Conclusion.

If we would find the causes of distribution we must first ascertain which conditions are alike in all parts and which vary. It rarely happens, that by itself, any one factor is responsible for plant distribution. Usually many factors are operative, although some are much more effective than others. The importance of any one factor is not determined by, what may be called, its absolute

magnitude. Rather it is the relation of that factor to other factors that is important, that is, it is the relative magnitude.

If we examine the conditions in Orange County, we find that most of the factors are nearly alike in all parts. Two factors vary, the water supply and the ground. As Schimper has shown, it is not the amount of rainfall that alone determines plant growth It is the supply of water which can be tapped by the roots. This supply is dependent on a number of things, among others on the structure and constitution of the substratum.

It will readily be seen, that although the same amount of rain falls in all parts, still the amount of water in soil of the different formations must vary. The cañons, receiving the drainage from the foothills and mountains, naturally have the largest water supply in the soil. Accordingly it is here that we find the nearest approach to a mesophytic type of vegetation. The mountains, having a larger surface and bulk, absorb and hold much more water than the foothills. The lower part of the mountain also receives drainage from the upper part. The tiny springs, which are only present on the mountains, would also indicate that they have a larger amount of soil water than the foothills.

This difference in water content of the soil, readily explains the difference between mountain and foothill formations. With less soil water, when in both cases the amount in not large, it is evident that the hills could not suppart the same amount of shrub growth in a given area as could the mountains. The larger number of shrubs in mountains would also prevent a spreading habit. The open areas among the foothill scrub, afford opportunity for growth of forms not requiring so much water, namely herbs. The succession of herbs in the foothill constitutes a good indicator of the amount of soil water. The earlier forms are greener, and are less hairy than later forms. As the season advances, we find the cuticle becoming thicker and the hair covering more extensive. In the driest period, herbaceous growth in the foothills is very scanty. The abundant cactoid growth is another indicator of the smaller water supply in the foothills.

The mesa, which receives but little drainage from other regions, is dependent very largely on the rainfall for its water supply. The conditions here — no shade, dry atmosphere, and uninterrupted wind sweep — all tend to promote a rapid transpiration. Consequently, in the way of hardness and spininess of parts, we find much resemblance to a desert flora.

The River Bed formation owes its characters to the water flow in the wet season. The water smothers most herbaceous growth white furnishing ample water for the shrubs. In the Dry season, the river beds are subjected to the same conditions as the mesa, with exception that the moisture containing soil layers are nearer the surface in the river beds; although deep enough to be out of reach of roots of most herbs.

In the more alkaline section of the mesa and in the strand, doubtless the chemical nature of the soil, has been of equal im-

portance with the water supply. The presence of a greater number of succulent forms in these alkaline parts of mesa would indicate this. Certain it is that large quantities of alkali are taken up by plants in these regions. This excessive alkali in not readily thrown off and the plants must store the surplus. It is the problem then, not so much to increase capacity for absorption as to decrease the transpiration. Consequently we find that these forms have very small root systems and a capacity for holding considerable quantities of water.

As the conditions of light and heat are, as far as could be ascertained, nearly the same in all regions, it does not seem probable that they have been important. The principal factor has been water. This has however been determined by a second factor, the soil structure. In the alkaline mesa and in the strand the chemical nature of the soil has been a factor of equal importance with the water supply.

As a whole, it will be seen that Orange county is not to be considered as part of the Hartlaubgehölze. In the mountain formation alone, do we find a pronounced sclerophyll vegetation. The presence of hairs on both sides of the leaves, the frequent production of spines, the abundance of cactus in foothills, and the tendency toward reduced leaves in mesa formation, all show that we have here a more xerophile region than is usually associated with the Hartlaubgehölze. We may conclude that the main body of the Californian Hartlaubgehölze finds its southern limit some distance north of Orange county. The mountain formation represents a tougue of Hartlaubgehölze projecting southward from the main body. The remaining parts of the county are to be considered as a semi-desert, forming an intermediate region between the sclerophyll domain to the northwest and the desert regions to the southeast.

It is my pleasure to acknowledge the courtesy of Prof. Dr. Engler for the privilege of examining a number of forms from Australian and South African as well as from Californian Hartlaubgehölze in the Berlin Museum.

Bibliography.

1876—80. Brewer, W. H., Watson, S. and Gray, A., The botany of California.

1895. Hooker, J. D. and Jackson, B. D., Index Kewensis.

1890. Drude, O., Handbuch der Pflanzengeographie.

1896. Warming, E., Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Deutsch von Knoblauch.

1898. Schimper, A. F. W., Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage.



Fig. 2. Foothill near El Modena, Orange Co. Scrub composed of an equal admixture of *Opuntia*, *Eriogonum* and *Artemisia*.



Fig. 3. Lower part of Santiago Cañon near Villa Park, Orange Co. *Platanus* is the chief tree here.



Fig. 4. *Quercus agrifolia* Nee from Santiago Cañon.



Fig. 5. Bed of Santa Ana River west of Santa Ana in June, with au equal admixture of *Baccharis viminea* and *Salix lasiolepis*.



Fig. 6. *Abronia maritima* Nutt. at Laguna Beach.



Fig. 7. *Mesembryanthemum crystallinum* L., slope near Laguna Beach.

Neue Algen aus dem Gebiete des Oberrheins.

Von
Prof. W. Schmidle
in Mannheim.

1. *Oscillatoria Lauterbornei* Schdle. n. sp.

Fäden vereinzelt auf Schlamm, lang, gebogen, nicht zerbrechlich, an den Enden gerade, nicht oder kaum verschmälert, breit abgerundet. Zellen 2 bis 2,5 μ breit, zwei bis viermal länger, rechteckig, mit fast unsichtbaren Scheidewänden und stark gelblichgrünem Inhalt, in der Mitte eine grosse, stark glänzende Gasvacuole, die fast das ganze Zellinnere einnimmt.

Ludwigshafen auf schwarzem, an Schwefelbacterien reichem Schlamme am Grunde von stehenden, übelriechenden Tümpeln. Leg. Lauterborn.

Gasvacuolen wurden auch sonst bei Oscillatorien beobachtet; merkwürdig sind sie hier deshalb, weil die Alge nicht planktonisch, sondern im Gegentheil auf dem Schlamme übelriechender Gewässer lebt. Nach Klebahn*) sind solche auch sonst an einigen nicht planktonischen Algen gefunden worden. Bemerkenswerth ist ferner die stark gelblichgrüne Farbe, welche derjenigen von *O. chlorina* (welche ebenfalls an dem genannten Standort, und zwar zeitweise sehr häufig anzutreffen ist) nicht viel nachsteht. Nach Chodat**) sind die Vacuolen in dem corticalen Theile der Zelle ausserhalb des Centralkörpers, hier dagegen erscheinen sie stets centralständig.

2. *Oscillatoria putrida* Schdle. n. sp.

Fäden vereinzelt, lang, schlank, nicht zerbrechlich, gebogen, ca. 2 μ breit, an den Enden nicht gekrümmt, nicht verschmälert, sondern breit abgerundet. Zellen rechteckig, 2 μ breit, und äusserst lang, 4 bis 7 mal länger als breit, mit sehr fein granulirtem, fast homogenem, stark gelbgrünem Inhalt. Zellen durch eine feine hyaline Linie getrennt, und an derselben mit 1 bis 3 feinen protoplasmatischen Körnchen versehen.

Standort derselbe wie für die vorhergehende Alge.

Auch diese Pflanze gehört wie *O. Lauterbornei* zur Section *Aequales* Gomont. Sie steht der *O. amphibia* und *O. aequalis* am nächsten. Durch ihre äusserst lange Zelle und die stark gelb grüne Färbung des Inhaltes ist sie leicht erkennbar.

3. *Aphanothece luteola* Schdle n. sp.

Mikroskopisch kleine, formlose, ausgebreitete Lager mit hyaliner Gallerte bildend. Zellen äusserst fein, 0,8 bis 0,6 μ

---

*) Klebahn in den Forschungsberichten der biol. Station zu Plön. IV, p. 204.

**) Chodat, Sur la structure de deux algues pélagiques. (Sep.-Abdr. aus Journ. de bot. 1896. p. 15.)

breit und drei bis 4 mal so lang, cylindrisch mit abgerundeten Enden, meist gerade. Inhalt stark gelblich grün (mit Gasvacuolen?)

Standort wie oben.

Es muss auffallen, dass die meisten *Cyanophyceen* dieses schmutzigen, schlammigen Standortes mit einer ausgesprochen gelbgrünen Färbung versehen sind (*O. Lauterbornei*, *O. putrida*, *O. chlorina*, *Aphanothece luteola*). Es ist dies wohl kein Zufall, sondern hängt mit der eigenthümlichen Natur des Standortes zusammen. Eine Ausnahme machte allein *O. limosa* Ag. und *Chroococcus turgidus* (Ktzg.) Naeg., die noch mit den genannten Algen zusammen vorkamen.

Coelosphaerium holopediforme Schdle. n. sp.

Familien bis 80 μ im Durchmesser, mit höckeriger Oberfläche, nie kugelrund, Zellen dicht gedrängt, sich stets berührend, oft etwas eckig, ca. 2 μ breit und bis 6 μ lang, im Längsschnitt cylindrisch eiförmig, nach aussen plötzlich abgerundet, nach innen sich etwas verschmälernd, mit blaugrünem, homogenem Inhalt. Gallerthülle ziemlich dünn, schwer sichtbar.

Moor an der Neckarquelle bei Schwenningen, Württemberg. August 1900.

Die Pflanze entpricht dem *C. confertum* W. u. G. West*), unterscheidet sich aber durch die grösseren, tuberculösen Coenobien und langen, nicht runden Zellen.

Wären die Coenobien nicht mehr oder weniger rund und abgeschlossen, so könnte man die Pflanze für ein *Holopedium* Lag. ansehen. Jedenfalls zeigt sie, dass *Holopedium* in die Nähe von *Caelosphaerium* gehört.

4. *Porphyridium Schinzi* Schdle. n. sp.

Auf Kalksteinen aufgewachsen, und mehr oder weniger ausgebreitete, blutrothe, meist einschichtige Ueberzüge bildend. Zellen rund oder polyedrisch, 10 bis 18 *u* breit, mit dicker, geschichteter Zellhaut, sich enge berührend, und in einer festen, hyalinen Collode steckend. Ihr Inhalt ist homogen, oft etwas gekörnelt, tief blutroth, undurchsichtig. Die Zellen theilen sich innerhalb der dicken Haut.

Rheinfall von Schaffhausen, überspült vom Strom, October 1901 leg. Professor Dr. H. Schinz.

Später werde ich genaueres über die höchst interessante Pflanze berichten, wenn der Bau des Protoplasten sichergestellt ist. Bis jetzt konnte ich einen kleinen Zellkern und ein grosses Pyrenoid constatiren und wahrscheinlich ein parietales, formlose Stärke führendes Chromatophor. Sollte sich das letztere bewahrheiten, so ist unsere Alge kein *Porphyridium*, sondern bildet eine neue Gattung. Herr Pfeiffer von Wellheim hat die Färbung der schwer zu behandelnden Pflanze liebenswürdigst übernommen.

---

*) W. u. G. West: Algae from Central-Africa. (Sep.-Abdr. a. Journ. of Bot. 1896. p. 6. Tab. 361. Fig. 3.)

Druck von Gebr. Gotthelft, Kgl. Hofbuchdruckerei, Cassel.

Beiträge zur Kenntniss der Grasroste.

Von
Fritz Müller
aus Kreuzburg in Schlesien.

Den Anstoss zu den in zahlreichen Ländern eingeleiteten Untersuchungen über den Parasitismus des Grasrostes gab Eriksson,[1]) welcher, unterstützt von der Königlichen Landbau-Academie in Schweden, als Erster Klarheit in verschiedene noch dunkle Fragen desselben brachte; dem Beispiele Schwedens folgten bald verschiedene Länder wie: Australien,[2]) England,[2]) die Ver. Staaten von Nordamerika,[2]) Preussen,[3]) Bayern,[3]) Belgien,[4]) Oesterreich-Ungarn,[5]) denn auch hier hatte der durch den Grasrost der Landwirthschaft zugefügte Schaden die Aufmerksamkeit der Behörden auf sich gelenkt und zu energischer Abwehr gemahnt. Aus den Ergebnissen der zahlreichen jetzt vorliegenden Untersuchungen sei nur jene Thatsache hervorgehoben, dass bei den Grasrosten eine ausgeprägte Specialisirung des Parasitismus vorliegt in der Weise, dass sich eine Rostart stets in zahlreiche formae speciales zergliedert, welche jede für sich nur einen eng begrenzten Kreis von *Gramineen* zu befallen im Stande ist. Der Beantwortung dieser Frage in der Schweiz näher zu treten, zumal bisher keine Untersuchungen hierüber vorliegen, war die Aufgabe vorliegender Arbeit; bei der grossen Zahl der Grasrostpilze aber konnte nur der Braunrost, *Puccinia dispersa*, und der Schwarzrost, *Puccinia graminis*, zu einer näheren Untersuchung herangezogen werden, zwei *Uredineen*, welche in der Schweiz ziemlich häufig vorkommen. Die zahlreichen, am hiesigen Laboratorium unter Leitung des Herrn Prof. Dr. Ed. Fischer gemachten Untersuchungen über diese beiden Rostpilze mögen im Folgenden eingehend besprochen werden.

---

[1]) Eriksson, Jacob, Hennings, Ernst, Die Getreideroste, ihre Geschichte und Natur, sowie Maassregeln gegen dieselben. Stockholm 1896.

[2]) Mittheilungen der international. phytopatholog. Commission. (Zeitschr. f. Pflanz.-Krankh. Bd. II. 1892.)

[3]) Mittheilungen der international. phytopatholog. Commission. (Zeitschr. f. Pflanz.-Krankh. Bd. VIII. 1898.)

[4]) Mittheilungen der international. phytopatholog. Commission. (Zeitschr. f. Pflanz.-Krankh. Bd. VIII. 1898.)

[5]) Zukal, Hugo, Untersuchungen über die Rostpilzkrankheiten des Getreides in Oesterreich-Ungarn. (Zeitschr. f. Pflanz.-Krankheiten. Bd. X. 1900.)

I. Eine neue *Puccinia* vom Typus der *Puccinia dispersa* Eriksson.

De Bary[1]) erzielte im Jahre 1865 mit den Teleutosporen der *Puccinia rubigo vera* auf *Anchusa officinalis* und *Anchusa arvensis* Aecidien;[1]) es sind dies die ersten Infectionsversuche, welche mit den Teleutosporen der *Pucc. rubigo vera* auf *Borragineen* ausgeführt worden sind. Puccinien vom selben Typus stellen auch jene von Eriksson aufgestellten Puccinien dar, nämlich *Puccinia glumarum* und *Puccinia dispersa*; denn die *Puccinia rubigo vera* zergliederte Eriksson, auf Grund seiner eingehenden Untersuchungen, in jene zwei sowohl morphologisch wie biologisch scharf von einander getrennte Formen. Nach der Farbe des Uredo benannte er die eine Form Gelbrost, *Pucc. glumarum*, die andere Braunrost, *Pucc. dispersa.* Für die nun folgenden Besprechungen kommt zunächst der Braunrost, *Pucc. dispersa*, in Betracht, und seien zuerst jene von Eriksson über denselben gemachten Beobachtungen wiedergegeben und in biologischer Hinsicht besprochen.

Eriksson unterschied bei der *Puccinia dispersa* vier formae speciales, welche er in zwei Serien unterbrachte und in folgender Weise anordnete:

Serie I. *Aecidium* bekannt (*Aecidium Anchusae*) auf: *Anchusa officinalis* und *Anchusa arvensis.* 1. f. sp. *Secalis* auf *Secale cereale.*

Zur Aufstellung dieser ersten Serie hatten Eriksson folgende Untersuchungsresultate gedient: Die Infectionsversuche mit den Teleutosporen auf *Triticum vulgare*, *Bromus mollis*, *Br. macrostachys* und *Secale cereale* auf *Borragineen* ergaben, dass nur der auf *Secale cereale* lebende Braunrost im Stande ist, auf dieselben überzusiedeln, und zwar nur auf *Anchusa officinalis* und *Anchusa arvensis*; dass der Rost dagegen streng meidet: *Myosotis alpestris*, *Myosotis arvensis*, *Pulmonaria officinalis*, *Symphytum asperrimum*, während er auf *Nonnea rosea* nur eine schwache Bildung von Spermogonien erzeugte, ohne jedoch bis zur Aecidien-Bildung zu kommen. Andererseits wiederum konnten mit den Aecidiosporen auf *Anchusa offic.* und *Anchusa arvensis* nur *Secale cereale* erfolgreich inficirt werden, während auf *Triticum vulgare*, *Bromus arvensis*, *Holcus lanatus*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Triticum repens* keinerlei Infection zu Stande kam. Demnach konnte Eriksson für diese *Puccinia dispersa* nur die einzige f. sp. *Secalis* aufstellen. Bei der zweiten Serie, wo ein Aecidium-Stadium bisher noch nicht gefunden ist, unterschied Eriksson folgende drei formae speciales:

Serie II. *Aecidium* unbekannt.

2. f. sp. *Tritici* (*Pucc. triticina*) auf: *Triticum vulgare*, *Tr. compactum*, *Tr. dioicum*, *Tr. Spelta*, bisweilen *Secale cereale.*

3. f. sp. *Bromi* (*Pucc. bromina*) auf: *Bromus arvensis*, *Br. asper*, *Br. arduennensis*, *Br. patulus*, *Br. squarrosus*, *Br. brizae-*

---

[1]) Bary, A. de, Neue Untersuchungen über *Uredineen.* (Monats-Ber. d. Acad. d. Wissensch. zu Berlin. Sitz. 19. April 1866.)

formis, Br. secalinus, Br. mollis, Br. racemosus, Br. sterilis, Br. tectorum, Br. macrostachys, bisweilen *Secale cereale.*

4. f. sp. *Agropyri* (*Pucc. agropyrina*) auf: *Triticum repens*, bisweilen *Secale cereale, Bromus arvensis.*

Der Unterschied zwischen diesen beiden morphologisch fast gleichen Serien der *Pucc. dispersa* Eriksson ist demnach darin zu suchen, dass die erste Serie das *Aecidium*-Stadium besitzt, während es bei der anderen fehlt oder wenigstens bisher nicht gefunden worden ist. Eine Bestätigung vorstehender Versuche über die *P. dispersa* Eriksson findet man in den von Klebahn gemachten Beobachtungen[7]: Es gelang ihm, mittelst der Teleutosporen der auf *Secale cereale* lebenden *P. dispersa* reichliche Infectionen auf *Anchusa arvensis* hervorzurufen, dagegen hatten die Infectionen mit dem Weizenbraunroste auf *Anchusa arvensis* und *Anchusa officinalis* keinerlei Erfolg. Die sodann von Klebahn in entgegengesetzter Richtung ausgeführten Infectionsversuche, wobei er mit den Aecidiosporen auf *Anchusa arvensis* Keimpflänzchen von Roggen, Weizen und Gerste zu inficiren suchte, erzeugten nur auf Roggenpflänzchen zahlreiche Uredo-Lager, während Weizen und Gerste vollständig pilzfrei blieben.

Nach dieser kurzen Zusammenstellung bisherigen Beobachtungen über den Braunrost, *Pucc. dispersa*, sei nun im Folgenden zu den biologischen Verhältnissen einer in der Schweiz vorkommenden *Puccinia dispersa* übergegangen und dieselbe des Näheren besprochen:

Wie aus der mir zugänglichen Litteratur hervorgeht, scheint die *Pucc. dispersa* Eriksson, f. sp. *Secalis* bisher in der Schweiz noch nicht beobachtet zu sein; auch in Wallis, wo *Anchusa officinalis* häufig vorkommt, ist bisher auf derselben ein *Aecidium* nicht gefunden worden, dagegen scheint in der Schweiz ein *Aecidium* auf *Pulmonaria montana* und *Symphytum officinale* häufig vorzukommen; über andere *Borragineen-Aecidien* liegt von Merthier und Favre die Angabe von *Aecidium Asperifolii* auf *Cerinthe alpina* vor.

Als Ausgangspunkt für die folgenden Untersuchungen diente das erwähnte *Aecidium* auf *Pulmonaria montana* und *Symphytum officinale*, das im Selhofenmoos bei Bern reichlich auftrat, wobei es auffiel, dass die Aecidien auf *Symphytum officinale* sowohl die Blattstiele, Blattflächen wie auch den ganzen Blütenstand auf das heftigste befallen hatten, während auf *Pulmonaria montana* die Aecidien meist auf den Blattflächen allein, seltener auf den Blattstielen zu finden waren. Die späteren Untersuchungen am Standort ergaben auf *Bromus erectus* Uredo-Lager und fernerhin Teleutosporenlager, welche sich bei näherer mikroskopischer Untersuchung als zum Typus der *Puccinia dispersa* Eriksson gehörend herausstellten; dieselben traten in kleineren Lagern sehr zerstreut auf den Blättern auf. Diese *Puccinia* wurde nun zu einer näheren experimentellen Untersuchung verwandt:

---

[7]) Klebahn, H. Beiträge zur Kenntniss der Getreideroste. (Zeitschr. f. Pfl.-Kr. Bd. X. 1900.)

Die im Herbst gesammelten Teleutosporen auf *Bromus erectus* wurden in gleicher Weise behandelt, wie es Ed. Fischer[1]) beschreibt, sie wurden in Leinwandsäckchen im Freien aufgehangen, wo dieselben Wind und Wetter ausgesetzt waren, um eine möglichst natürliche Form der Ueberwinterung zu erzielen. Erst im Mai wurden diese Säckchen in einer gegen Regen geschützten Laube untergebracht, damit eine vorzeitige Keimung der Sporen verhindert würde. Mit diesen so überwinterten Teleutosporen wurden im Frühling zahlreiche Versuche eingeleitet, und zwar in der Weise, dass das Infectionsmaterial 9—10 Stunden in Wasser gelegt, hierauf auf Filtrirpapier abgetrocknet und nun über den zu inficirenden *Borragineen* befestigt wurde; hierbei wurde Sorge getragen, dass bei den wenig zahlreichen Teleutosporen-Lagern auch wirklich Lager auf junge Triebe der Infectionspflanzen zu liegen kamen; diese Versuchspflanzen standen zu einem, seltener mehreren Exemplaren in einem Topfe, wurden mit einem Zerstäuber besprengt und mit Filtrir-Papier ausgekleideten Glasglocken bedeckt. Nach etwa 6—8 Tagen, als man eine ev. Infection annehmen musste, wurden die Glasglocken entfernt und die Pflanzen im Treibhaus untergebracht. In ähnlicher Weise wurden auch die Infectionen mit den Aecidiosporen auf den *Gramineen* ausgeführt, während die Versuche mit Uredosporen durch Aufpinseln vorgenommen wurden; dass die Versuche sorgfältig getrennt gehalten und vor einer gegenseitigen Infection oder einer solchen von Aussen her möglichst geschützt wurden, braucht kaum besonders erwähnt zu werden.

Im Folgenden seien nun alle gemachten Beobachtungen zunächst in biologischer Hinsicht näher beschrieben und alsdann mit den Ergebnissen der Eriksson'schen Untersuchungen verglichen:

a) Infectionsversuche mit Teleuto- resp. Basidio-Sporen.

Versuchsreihe No. I.

Teleutosporenlager auf *Bromus erectus*, welche am 9. Nov. 1899 im Selhofenmoos gesammelt worden waren, wurden am 23. April 1900 auf folgende Pflanzen gelegt:

No. 1—4. *Symphytum officinale*, im Herbst 1899 an der Aare bei Bern ausgegraben und in Töpfe gepflanzt.[2])

No. 5—6. *Pulmonaria montana*, im Herbst 1899 im Selhofenmoos ausgegraben und in Töpfe gepflanzt.[2])

No. 7—10. *Anchusa officinalis*, junge Pflänzchen, Aussaat von 1900.

No. 11. *Anchusa arvensis*, junges Pflänzchen, Aussaat von 1900.

No. 12. *Symphytum asperrimum*, junges Exemplar, Aussaat von 1900.

---

[1]) Fischer, Ed., Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über *Uredineen*. Bern 1898.

[2]) Da das Aecidium-Mycel nicht überwintert, ist die Gefahr einer Verunreinigung ausgeschlossen; die Controll-Pflanzen blieben gesund.

No. 13—14. *Pulmonaria officinalis*, im Herbst 1899 bei Reichenbach bei Bern ausgegraben und in Töpfe gepflanzt. — Jede Nummer bezeichnet einen Blumentopf, in welchem meist eine, seltener mehr als eine Pflanze stand. — Diese Versuche wurden am 2., 4., 7., 11., 16., 17. Mai einer Durchsicht unterzogen, wobei sich folgende Resultate ergaben:

No. 1. (*Symphyt. offic.*) am 2. Mai zwei Blätter mit ziemlich vielen Spermogonien, am 17. Mai schöne Aecidiengruppen

No. 2. (*Symphyt offic.*) am 2. Mai zwei Blätter mit zahlreichen Spermogoniengruppen, an einem weiteren Blatte kleine Spermogoniengruppen, am 17. Mai überall reichliche Aecidien.

No. 3. (*Symphyt. offic.*) am 4. Mai an zwei Blattstielen und einem weiteren Blatte zahlreiche Spermogonien, am 17. Mai überall reichliche Aecidiengruppen.

No. 4. (*Symphyt. offic.*) zeigte keinerlei Infection.

No. 5. (*Pulmonaria montana*) am 4. Mai an einem Blatte mehrere Spermogoniengruppen, am 16. Mai reichliche Aecidiengruppen.

No. 6. (*Pulmonaria montana*) am 4. Mai auf einem Blattstiele zahlreiche Spermogonien, am 16. Mai schöne Aecidiengruppen.

No. 7. (*Anchusa officinalis*) am 7. Mai an einem Blatte mehrere kleine Spermogoniengruppen; Aecidien während der ganzen Beobachtungsdauer nicht beobachtet.

No. 8. (*Anchusa officinalis*) am 11. Mai an einem Blatte mehrere Spermogonien, ebenso an einem weiteren Blattstiele; die Aecidienbildung unterblieb.

No. 9. (*Anchusa officinalis*) zeigte während der ganzen Dauer des Versuchs keinerlei Infection.

No. 10. (*Anchusa officinalis*) zeigte während der ganzen Beobachtungsdauer keinerlei Infection.

No. 11. (*Anchusa arvensis*) zeigte während der ganzen Dauer des Versuchs weder Spermogonien noch Aecidien.

No. 12. (*Symphytum asperrimum*) zeigte keinerlei Infection.

No. 13—14. (*Pulmonaria officinalis*) zeigte während der ganzen Beobachtungsdauer keinerlei Spuren von Spermogonien oder Aecidien.

Versuchsreihe No. II.

Teleutosporenlager auf *Bromus erectus*, welche im Selhofenmoos im Frühjahr 1900 gesammelt worden waren, wurden am 26. April 1900 auf folgende Pflanzen aufgelegt:

No. 1. *Symphytum officinale*, im Herbst 1899 an der Aare bei Bern ausgegraben und in einen Topf gepflanzt.

No. 2. *Anchusa officinalis*, junge Pflanzen, Aussaat von 1900.

No. 3. *Pulmonaria montana*, im Herbst 1899 im Selhofenmoos bei Bern ausgegraben und in einen Topf gepflanzt.

No. 4. *Symphytum asperrimum*, junges Exemplar, Aussaat von 1900.

Diese Versuche wurden am 5., 8., 15., 20., 21., 23. Mai einer Durchsicht unterworfen, wobei sich folgendes Resultat ergab:

No. 1. (*Symphytum officinale*) am 5. Mai an einem Blatte zahlreiche Spermogonien, am 8. Mai zwei weitere Blätter mehrere Spermogoniengruppen, am 20. Mai an einem Blatte mehrere schöne Aecidiengruppen, am 23. Mai an den beiden anderen Blättern reichliche Aecidien.

No. 2. (*Anchusa officinalis*) zeigte keinerlei Infection.

No. 3. (*Pulmonaria montana*) am 8. Mai an einem Blattstiele zahlreiche Spermogonien, am 21. Mai reichliche Aecidien.

No. 4. (*Symphytum asperrimum*) während der ganzen Versuchsdauer zeigte sich keine Spur von Spermogonien oder Aecidien.

Versuchsreihe No. III.

Teleutosporenlager auf *Bromus erectus*, welche im Selhofenmoos bei Bern am 9. Nov. 1899 gesammelt worden waren, wurden am 4. Mai 1900 auf folgende Pflanzen aufgelegt:

No. 1—3. *Symphytum officinale*, im Herbst 1899 an der Aare bei Bern ausgegraben und in Töpfe gepflanzt.

No. 4—6. *Pulmonaria montana*, im Herbst 1899 im Selhofenmoos bei Bern ausgegraben und in Töpfe gepflanzt.

No. 7—9. *Anchusa officinalis*, junge Pflanzen, Aussaat von 1900.

No. 10—14. *Anchusa arvensis*, junge Pflanzen, Aussaat von 1900.

Am gleichen Tage dieser Infection wurden mehrere Objectträger-Versuche eingeleitet, welche an dem folgenden Tage überaus reichlichen Sporidien-Ausfall zeigten.

Diese Versuche wurden nun am 14., 15., 18., 24., 27., 28., 30. Mai und am 3. und 4. Juni einer Durchsicht unterzogen, wobei sich folgendes Resultat ergab:

No. 1. (*Symphytum officinale*) am 14. Mai an zwei Blättern nebst Stielen zahlreiche Spermogoniengruppen, am 28. Mai überall reichliche Aecidien.

No. 2. (*Symphytum officinale*) am 14. Mai an zwei Blättern und an zwei weiteren Blattstielen reichliche Spermogonien, am 27. Mai überall schöne Aecidiengruppen.

No. 3. (*Symphytum officinale* am 15 Mai an zwei Blättern zahlreiche Spermogoniengruppen, am 30. Mai überall reichliche Aecidiengruppen.

No. 4. (*Pulmonaria montana*) an einem Blatte und an einem anderen Blattstiele mehrere Spermogoniengruppen, am 4. Juni überall schöne Aecidien.

No. 5. (*Pulmonaria montana*) zeigte während der Dauer des Versuchs keinerlei Infection.

No. 6. (*Pulmonaria montana*) am 18. Mai an einem Blatte nebst Blattstiel zahlreiche Spermogoniengruppen, am 3. Juni überall schöne Aecidien.

No. 7. (*Anchusa officinalis*) am 14. Mai an einem Blatte wenig zahlreiche Spermogoniengruppen, am 18. Mai an einem

zweiten Blatte nebst Blattstiel einige Spermogoniengruppen; die Bildung von Aecidien unterblieb.

No. 8. (*Anchusa officinalis*) zeigte keinerlei Infection.

No. 9. (*Anchusa officinalis*) blieb während der ganzen Dauer des Versuchs vollkommen frei von Infection.

No. 10—14. (*Anchusa arvensis*) zeigte während der Versuchsdauer keine Spur von Spermogonien oder Aecidien.

Versuchsreihe No. IV.

Eingeleitet am 5. Mai 1900. Mit den ausgeworfenen Basidiosporen des Objectträger-Versuches der Versuchsreihe No. III wurden folgende Pflanzen bepinselt:

No. 1. *Symphytum officinale*, im Herbst 1899 an der Aare bei Bern ausgegraben und in einen Topf gepflanzt.

No. 2—3. *Anchusa officinalis*, junge Pflanzen, Aussaat von 1900.

No. 4. *Symphytum asperrimum*, junges Exemplar, Aussaat von 1900.

Diese Versuche wurden am 15., 18., 21., 30. Mai controllirt und ergaben folgende Resultate:

No. 1. (*Symphytum officinale*) am 15. Mai an einem Blatte massenhafte Spermogonien, am 18. Mai an einem zweiten Blatte reichliche Spermogoniengruppen, am 30. Mai an beiden Blättern schöne Aecidien.

No. 2—3. (*Anchusa officinalis*) zeigte während der ganzen Dauer des Versuchs keine Spur von Spermogonien oder Aecidien.

No. 4. (*Symphytum asperrimum*) zeigte keinerlei Infection.

Zur besseren Uebersicht seien die in den vier Versuchsreihen erhaltenen Resultate noch tabellarisch zusammengestellt; es lässt sich aus dieser Zusammenstellung folgender Schluss ziehen:

Anzahl der Töpfe	Inficirte Pflanzen	Resultate		
		+	o	—
9	*Symphytum officinale*	8		1
6	*Pulmonaria montana*	5		1
10	*Anchusa officinalis*		3	7
6	*Anchusa arvensis*			6
2	*Pulmonaria officinalis*			2
3	*Symphytum asperrimum*			3

Erklärung der Zeichen: + positiver, reichlicher Erfolg. o schwacher Erfolg (nur Spermogonien). — negativer Erfolg.

Die Teleutosporen auf *Bromus erectus* gelangten auf *Symphytum officinale* und *Pulmonaria montana* stets bis zur reichlichen Bildung von Aecidien, wobei *Symphyt. officinale* stets reichlicher inficirt auftrat als *Pulmonaria montana*; bei *Anchusa officinalis* zeigten von zehn Versuchspflanzen nur drei eine spärliche Infection, welche über das Spermogonien-Stadium nicht hinaus kam, während

Anchusa arvensis immun gegen den vorliegenden Rost erschien. Es sei an dieser Stelle noch bemerkt, dass im Fühjahr junge Pflänzchen von *Anchusa officinalis* in das Selhofenmoos angepflanzt wurden, um eine event. Infection im Freien zu ermöglichen; doch konnte auch hier keinerlei Infection constatirt werden, obwohl sich die *Anchusa*-Pflanzen in nächster Nähe der äusserst reichlich inficirten *Pulmonaria montana* und *Symphytum officinale* befanden. Ausser *Anchusa arvensis* schienen ferner noch gegen den vorliegenden Rost immun zu sein: *Pulmonaria officinalis, Symphytum asperrimum.* Dass in der Versuchsreihe No. I auf *Symphytum officinale* und in der Versuchsreihe No. III auf *Pulmonaria montana* in je einem Falle die Infection resultatlos blieb, kann bei den zahlreichen stets positiven Versuchen nicht in's Gewicht fallen.

Bei den noch zu besprechenden vier Versuchsreihen wiederholen sich in anologer Weise die positiven wie negativen Infectionen.

Versuchsreihe No. V.

Eingeleitet am 8. Mai 1900. Teleutosporenlager auf *Bromus erectus,* welche am 9. Nov. 1899 im Selhofenmoos bei Bern gesammelt worden waren, wurden auf folgende Pflanzen aufgelegt:

No. 1. *Symphytum officinale,* im Herbst 1899 im Selhofenmoos ausgegraben und in einen Topf gepflanzt.

No. 2—3. *Echium vulgare*, im Herbst 1899 im Selhofenmoos ausgegraben und in Töpfe gepflanzt.

No. 4. *Symphytum asperrimum*, junges Exemplar, Aussaat von 1900.

No. 5—6. *Omphalodes verna*, junge Pflanzen, Aussaat von 1900.

No. 7. 8. *Cynoglossum officinale,* junge Pflanzen, Aussaat von 1900.

No. 9—10. *Myosotis arvensis,* junge Pflanzen, Aussaat von 1900.

No. 11—12. *Myosotis silvatica,* junge Pflanzen aus dem botan. Garten zu Bern.

No. 13. *Pulmonaria officinalis*, im Herbst 1899 in Reichenbach bei Bern ausgegraben und in einen Topf gepflanzt.

No. 14. *Echium rubrum,* junges Exemplar aus dem botan. Garten zu Bern.

Diese Versuche wurden am 19., 25., 28. Mai und am 2. Juni einer Durchsicht unterworfen, wobei sich folgendes Resultat ergab:

No. 1. (*Symphytum officinale*) am 19. Mai an zwei Blättern äusserst zahlreiche Spermogoniengruppen, am 2. Juni überaus zahlreiche Aecidien.

No. 2—3. (*Echium vulgare*) zeigte keinerlei Infection.

No. 4. (*Symphytum asperrimum*) zeigte keinerlei Infection.

No. 5—6. (*Omphalodes verna*) zeigte während der ganzen Dauer des Versuchs keine Infection.

No. 7—8. (*Cynoglossum officinale*) blieb frei von Infection.

No. 9—10. (*Myosotis arvensis*) blieb frei von Infection.

No. 11—12. (*Myosotis silvatica*) keinen Erfolg.

No. 13. (*Pulmonaria officinalis*) blieb während der ganzen Versuchsdauer frei von Infection.

No. 14. (*Echium rubum*) keinen Erfolg.

Versuchsreihe No. VI.

Eingeleitet am 14. Mai 1900. Teleutosporenlager auf *Bromus erectus*, gesammelt im Selhofenmoos bei Bern am 24. April 1900, wurden auf folgende Pflanzen aufgelegt:

No. 1—2. *Pulmonaria montana*, im Herbst 1899 im Selhofenmoos ausgegraben und in Töpfe gepflanzt.

No. 3. *Anchusa officinalis*, junges Exemplar, Aussaat von 1900.

No. 4—5. *Symphytum asperrimum*, junge Pflanzen, Aussaat von 1900.

Diese Versuche wurden am 23., 26., 30. Mai und am 9. und 12. Juni einer Durchsicht unterworfen. Hierbei ergab sich folgendes Resultat:

No. 1. (*Pulmonaria montana*) am 26. Mai an einem Blatte zahlreiche Spermogonien, am 9. Juni reichliche Aecidien.

No. 2. (*Pulmonaria montana*) am 26. Mai an einem Blatte reichliche Spermogoniengruppen, am 12. Juni zahreiche Aecidien.

No. 3. (*Anchusa officinalis*) am 30. Mai an einem Blattstiele spärliche Spermogonien; Aecidien sind nicht aufgetreten.

No. 4—5. (*Symphytum asperrimum*) zeigte während der ganzen Dauer des Versuchs keine Spur von Spermogonien oder Aecidien.

Versuchsreihe No. VII.

Eingeleitet am 16. Mai 1900. Teleutosporenlager auf *Bromus erectus*, gesammelt am 9. Nov. 1899 im Selhofenmoos bei Bern, wurden auf folgende Pflanzen aufgelegt:

No. 1—4. *Pulmonaria montana*, im Herbst 1899 im Selhofenmoos ausgegraben und in Töpfe gepflanzt.

No. 5—7. *Anchusa arvensis*, junge Pflanzen, Aussaat von 1900.

No. 8—10. *Symphytum asperrimum*, junge Pflanzen, Aussaat von 1900.

No. 11—12. *Pulmonaria officinalis*, im Herbst 1899 in Reichenbach bei Bern ausgegraben und in Töpfe gepflanzt.

No. 13—14. *Nonnea rosea*, junge Pflanzen, Aussaaat von 1900.

Diese Versuche wurden am 24., 27., 29. Mai und am 10., 11., 15. Juni controllirt und ergaben folgende Resultate:

No. 1. (*Pulmonaria montana*) am 27. Mai an zwei Blättern reichliche Spermogoniengruppen, am 10. Juni zahlreiche Aecidien.

No. 2. (*Pulmonaria montana*) am 27. Mai an einem Blattstiele zahlreiche Spermogonien, am 11. Juni reichliche Aecidiengruppen.

No. 3. (*Pulmonaria montana*) am 27. Mai an einem Blattstiele reichliche Spermogonien, am 10. Juni viele Aecidiengruppen.

No. 4. (*Pulmonaria montana*) am 27. Mai an einem Blattstiele viele Spermogoniengruppen, am 11. Juni schöne Aecidien.

No. 5—7. (*Anchusa arvensis*) blieb während der ganzen Dauer des Versuchs frei von Infection.

No. 8—10. (*Symphytum asperrimum*) zeigte keinerlei Infection.

No. 11—12. (*Pulmonaria officinalis*) zeigte während der ganzen Versuchsdauer keine Spur von Spermogonien oder Aecidien.

No. 13. (*Nonnea rosea*) am 29. Mai an einem Blatte wenig zahlreiche Spermogoniengruppen, Aecidien wurden nicht gebildet.

No. 14. (*Nonnea rosea*) blieb während der ganzen Versuchsdauer frei von Infection.

Versuchsreihe No. VIII.

Eingeleitet am 8. Juni 1900. Teleutosporenlager aut *Bromus erectus*, welche am 9. Nov. 1899 im Selhofenmoos gesammelt worden waren, wurden auf folgenden Pflanzen aufgelegt:

No. 1. *Symphytum officinale*, im Herbst 1899 an der Aare bei Bern ausgegraben und in einen Topf gepflanzt.

No. 2—4. *Pulmonaria montana*, im Herbst 1899 im Selhofenmoos ausgegraben und in Töpfe gepflanzt.

No. 5—6. *Anchusa officinales*, junge Pflanzen, Aussaat von 1900.

No. 7—10. *Nonnea rosea*, junge Pflanzen, Aussaat von 1900.

No. 11—14. *Cerinthe alpina*, junge Pflanzen aus dem botan. Garten zu Bern.

Diese Veruche wurden am 18., 23. Juni und 3., 8. Juli controllirt und ergaben folgendes Resultat:

No. 1. (*Symphytum officinale*) am 18. Juni an zwei Blättern massenhafte Spermogoniengruppen, am 23. Juni an einem dritten Blatte reichliche Spermogonien und am 3. Juni überall schöne Aecidien.

No. 2. (*Pulmonaria montana*) am 18. Juni an einem Blattstiele viele Spermogoniengruppen, am 3. Juli reichliche Aecidiengruppen.

No. 3. (*Pulmonaria montana*) am 18. Juni an einem Blattstiele reichliche Spermogonienbildung, am 3. Juli schöne Aecidien.

No. 4. (*Pulmonaria montana*) am 18. Juni an einem Blatte viele Spermogonien, am 3. Juli reichliche Aecidienbildung.

No. 5—6. (*Anchusa officinalis*) blieb während der ganzen Dauer des Versuchs frei von Infection.

No. 7—10. (*Nonnea rosea*) zeigte während der Versuchsdauer keine Spur von Spermogonien oder Aecidien.

No. 11—14. (*Cerinthe alpina*) zeigte keinerlei Infection.

In nebenstehender Tabelle sind nur die sämmtlichen mit Teleutosporen ausgeführten Versuche nochmals übersichtlich zusammengestellt; hieraus ergeben sich folgende Resultate:

Anzahl der Töpfe	Inficirte Pflanzen	Resultate		
		+	o	—
11	*Symphytum officinale*	10		1
15	*Pulmonaria montana*	14		1
13	*Anchusa officinalis*		3	10
9	*Anchusa arvensis*			9
5	*Pulmonaria officinalis*			5
9	*Symphytum asperrimum*			9
2	*Echium vulgare*			1
1	*Echium rubrum*			2
2	*Cynoglossum officinale*			2
2	*Myosotis arvensis*			2
2	*Myosotis silvatica*			2
4	*Cerinthe alpina*			4
6	*Nonnea rosea*		1	5
2	*Omphalodes verna*			2

Erklärung der Zeichen: + positiver Erfolg. — negativer Erfolg o fraglicher Erfolg (nur Spermogonien).

Die auf *Bromus erectus* lebende *Puccinia dispersa* befällt *Pulmonaria montana* und *Symphytum officinale* regelmässig, wobei sich, wie bereits oben gezeigt, letztere *Borraginee* empfänglicher gegen den Rost zeigt als erstere; dagegen kann man bei *Anchusa officinalis* annehmen, dass die Empfänglichkeit gegen den Rost äusserst gering ist, da unter 13 Jnfectionsversuchen nur drei bis zu einer spärlichen Bildung von Spermogonien kamen, wobei eine Aecidienbildung unterblieb. Von *Anchusa arvensis* aber kann mit grosser Gewissheit angenommen werden, dass sie aus dem Kreis der Nährpflanzen für die vorliegende Rostart ausscheidet, da bei ihr nicht in einem einzigen Falle eine Disposition für diesen Rost zu constatiren gelungen war; bei *Nonnea rosea*, von welcher nur sechs Beobachtungen vorliegen, kam es blos in einem Falle bis zur schwachen Spermogonienbildung; man kann demnach auch von dieser *Borraginee* annehmen, dass sie aus dem Kreis der für diese Rostart in Betracht kommenden Nährpflanzen ausscheidet; hingegen muss von *Pulmonaria officinalis* und *Symphytum asperrimum* mit grösserer Sicherheit angenommen worden, dass beide gegen den vorliegenden Rost immun sind, denn, obwohl überaus reichlich mit Infectionsmaterial belegt, zeigte keine dieser beiden Versuchspflanzen eine Infection, was um so mehr zu betonen ist, als man bei diesen beiden den vorliegenden Nährpflanzen so nahe verwandten Arten eine erfolgreiche Infection anzunehmen berechtigt war. Was nun noch alle übrigen erfolglos inficirten *Borragineen* anbelangt, so darf man auf Grund der so wenig zahlreichen Infectionen einen bestimmten Schluss nicht ziehen, sondern muss es späteren Versuchen vorbehalten, zu unterscheiden, ob diese oder jene *Borraginee* sich doch noch als gegen den Rost empfänglich erweist. Man könnte nun noch behaupten, dass auf dem zu den Versuchen verwendeten *Bromus* zwei *Puccinien* gewesen seien, von denen die eine *Symphytum officinale*, die andere *Pul-*

monaria montana befällt, da ja die Empfänglichkeit beider *Borragineen* gegen den Rost eine so auffallend verschiedene war. Dieser Annahme stehen folgende zwei Beobachtungen entgegen: *Symphytum officinale* und *Pulmonaria montana* konnten durch vorliegenden Rost regelmäsig inficirt werden; wie ferner die noch anzuführenden Beobachtungen zeigen werden, siedeln die Aecidiosporen auf beiden *Borragineen* immer auf die gleichen Grasarten über; daher ist die Annahme berechtigt, dass auf dem zu den Versuchen verwendeten *Bromus* nur eine *Puccinia* lebt.

b) Infectionsversuch mit Aediosporen.

Für diese Versuche und diejenigen mit Uredosporen mussten Keimpflanzen von *Gramineen* verwendet werden, welche, um reine Versuche zu haben, in Gewächshäusern herangezogen waren. Da aber die Pflanzen in Gewächshäusern meist etwas ätiolirt werden und schwer zur Blüte kommen, so war es wieder nöthig, eine möglichst zuverlässige Bezugsquelle für Sämereien derselben zu haben; wir wandten uns daher für die meisten der Grassamen an die eidgenössische Samencontrol-Station in Zürich; es sei mir hier gestattet, Herrn Dr. Stebler für seine liebenswürdige Unterstützung bestens zu danken.

Versuchsreihe No. IX.

Eingeleitet am 1. Juni 1899. Mit den im Selhofenmoos gesammelten Aecidiosporen auf *Pulmonaria montana* wurden folgende Pflanzen belegt:

No. 1—2. *Arrhenatherum elatius*, junge Pflanzen, Samen aus einer Samenhandlung in Bern.

No. 3—4. *Holcus lanatus*, junge Pflanzen, Samen aus einer Samenhandlung in Bern.

Diese Versuche wurden am 10., 14., 20. Juni controllirt und ergaben folgende Resultate:

No. 1. (*Arrhenatherum elatius*) am 14. Juni an mehreren Blättern Uredo.

No. 2. (*Arrhenatherum elatius*) am 14. Juni an mehreren Blättern Uredo.

No. 3—4. (*Holcus lanatus*) blieb während der ganzen Dauer des Versuchs frei von Uredo.

Versuchsreihe No. X.

Eingeleitet am 15. Juni 1899. Mit den im Selhofenmoos gesammelten Aecidiosporen auf *Pulmonaria montana* wurden folgende Pflanzen inficirt:

No. 1—2. *Bromus brachystachys*, junge Pflanzen, Samen vom hiesigen botan. Garten.

No. 3—4. *Bromus erectus*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

Diese Versuche wurden am 30. Juni und am 1. Juli controlirt und ergaben folgendes Resultat:

No. 1. (*Bromus brachystachys*) am 30. Juni an zahlreichen Blättern reichliche Uredohäufchen.

No. 2. (*Bromus brachystachys*) am 30. Juni an zahlreichen Blättern überaus reichlich Uredo.

No. 3. (*Bromus erectus*) am 30. Juni an fast sämmtlichen Blättern massenhafte Uredohäufchen.

No. 4. (*Bromus erectus*) am 30. Juni an fast allen Blättern äusserst reichlich Uredo.

Versuchsreihe XI.

Eingeleitet am 4. Juni 1899. Mit den im Selhofenmoos gesammelten Aecidiosporen auf *Symphytum officinale* wurden folgende Pflanzen belegt:

No. 1—2. *Arrhenatherum elatius*, junge Pflanzen, Samen von einer Samenhandlung in Bern.

No. 3—4. *Bromus brachystachys*, junge Pflanzen, Samen vom hiesigen botan. Garten.

Diese Versache wurden am 18. 25. Juni einer Durchsicht unterzogen, wobei sich folgende Resultate ergaben:

No. 1. (*Arrhenatherum elatius*) am 18. Juni auf drei Blättern Uredo.

No. 2. (*Arrhenatherum elatius*) am 13. Juni an einigen Blättern reichlich Uredo.

No. 3. (*Bromus brachystachys*) am 18. Juni an fast allen Blättern massenhafte Uredohäufchen.

No. 4. (*Bromus brachystachys*) am 18 Juni an fast allen Blätlern reichliche Uredohäufchen

Versuchsreihe No. XII.

Eingeleitet am 15. Juni 1900. Mit den im Selhofenmoos gesammelten Aecidiosporen auf *Pulmonaria montana* wurden folgende Pflanzen belegt.

No. 1. *Bromus avensis*, junge Pflanzen, Samen aus der Samen-Control-Station Zürich.

No. 2. *Bromus secalinus*, junge Pflanzen, Samen aus der Samen-Control-Station Zürich.

Diese Versuche wurden am 28. Juni und am 1. Juli controlirt und ergaben folgendes Resultat:

No. 1. *Bromus arvensis*, am 28. Juni an fast allen Blättern massenhafte Uredohäufchen.

No. 2. *Bromus secalinus*, am 28. Juni an fast sämmtlichen Blättern überaus zahlreiche Uredohäufchen.

Versuchsreihe No. XIII.

Eingeleitet am 16. Juni 1900. Mit den durch die Infection erhaltenen Aecidiosporen auf *Pulmonaria montana* wurden folgende Pflanzen inficirt:

No. 1. *Bromus brizaeformis*, junge Pflanzen, Samen vom botan. Garten in Wien.

No. 2. *Bromus arvensis*, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

Diese Versuche wurden am 29. Juni und am 4. Juli einer Durchsicht unterworfen, wobei sich folgendes Resultat ergab:

No. 1. (*Bromus brizaeformis*) blieb während der ganzen Versuchsdauer frei von Infection.

No. 2. (*Bromus arvensis*) am 29. Juni auf fast allen Blättern massenhafte Uredohäufchen.

Versuchsreihe No. XIV.

Eingeleitet am 18. Juni 1900. Mit den im Selhofenmoos gesammelten Aecidiosporen auf *Symphytum officinale* wurden folgende Pflanzen inficirt:

No. 1. *Bromus mollis*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 2. *Bromus erectus*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 3. *Bromus brizaeformis*, junge Pflanzen, Samen von dem botan. Garten in Wien.

No. 4. *Bromus secalinus*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No 5. *Bromus arvensis*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 6. *Bromus inermis*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 7. *Holcus lanatus*, junge Pflanzen, Samen von dem botan. Garten in Wien.

No. 8. *Avena sativa*, junge Pflanzen, Samen vom hiesigen botan. Garten.

No. 9. *Alopecurus pratensis*, junge Pflanzen, Samen aus einer Samenhandlung in Bern.

No. 10. *Arrhenatherum elatius*, junge Pflanzen, Samen aus einer Samenhandlung in Bern.

No. 11. *Festuca elatior*, junge Pflanzen, Samen vom botan. Garten. Wien.

No. 12. *Secale cereale*, junge Pflanzen, Samen vom botan. Garten. Bern.

No. 13. *Triticum vulgare*, junge Pflanzen, Samen vom botan. Garten. Bern.

No. 14. *Triticum flavescens*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

Diese Versuche wurden am 1. 8. Juli controllirt und ergaben folgendes Resultat:

No. 1. (*Bromus mollis*) an fast allen Blättern am 1. Juli massenhafte Uredohäutchen.

No. 2. (*Bromus erectus*) am 1. Juli an sämmtlichen Blättern massenhafte Uredohäufchen.

No. 3. (*Bromus brizaeformis*) zeigte während der ganzen Versuchsdauer keine Infection.

No. 4. (*Bromus secalinus*) am 1. Juli an fast allen Blättern massenhafte Uredohäufchen.

No. 5. (*Bromus arvensis*) am 1. Juli an fast sämmtlichen Blättern massenhafte Uredohäufchen.

No. 6. (*Bromus inermis*) am 1. Juli an fast allen Blättern reichliche Uredohäufchen.

No. 7. (*Holcus lanatus*) blieb während der ganzen Dauer des Versuchs frei von Infection.

No. 8. (*Avena sativa*) zeigte keinerlei Infection.

No. 9. (*Alopecurus pratensis*) blieb frei von Infection.

No. 10. (*Arrhenatherum elatius*) am 1. Juli an zwei Blättern Uredo.

No. 11 (*Festura elatior*) blieb frei von Infection.

No. 12 (*Secale cereale*) zeigte während der ganzen Versuchsdauer keine Infection.

No. 13 (*Triticum vulgare*) blieb während der ganzen Versuchsdauer frei von Infection.

No. 14. (*Trisetum flavescens*) blieb frei von Infection.

Versuchsreihe No. XV.

Eingeleitet am 25. Juni 1900. Mit den durch Infection erhaltenen Aecidiosporen auf *Symphytum officinale* wurden folgende Pflanzen inficirt:

No. 1. *Bromus secalinus*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 2. *Bromus inermis*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control Station Zürich.

No. 3. *Bromus brizaeformis*, junge Pflanzen, Samen vom botan Garten in Wien.

Diese Versuche wurden am 6. 11. Juli einer Durchsicht unterworfen. Hierbei ergab sich folgendes Resultat:

No. 1. (*Bromus secalinus*) am 6. Juli an fast allen Blättern massenhafte Uredohäufchen.

No. 2. (*Bromus inermis*) am 6. Juli zeigten die meisten Blätter die reichlichste Uredo-Infection.

No. 3. (*Bromus brizaeformis*) blieb während der ganzen Versuchsdauer frei von Infection.

Versuchsreihe No. XVI.

Eingeleitet am 26. Juni 1900. Mit dem im Selhofenmoos gesammelten Aecidiosporenmaterial von *Pulmonaria montana* wurden folgende Pflanzen inficirt:

No. 1. *Bromus mollis*, junge Pflanzen, Samen aus der Samen-Control-Station Zürich.

No. 2. *Bromus brizaeformis*, junge Pflanzen, Samen von dem botan. Garten in Wien.

Diese Versuche wurden am 10. 15. Juli controlirt, wobei sich folgendes Resultat ergab:

No. 1. (*Bromus mollis*) am 10. Juli zeigt an fast allen Blättern massenhafte Uredohäufchen.

No. 2. (*Bromus brizaeformis*) blieb während der ganzen Versuchsdauer frei von Infection.

Zur besseren Uebersicht seien alle in diesen Versuchsreihen erhaltenen Resultate in nebenstehender Tabelle übersichtlich zusammengestellt:

No. der Versuchsreihen	Infections-Nummer	Datum der Infection	Herkunft der *Aecidio*-Sporen	Inficirte *Gramineen*	Bezugsquelle der Samen	Uredo zum ersten Male bemerkt[1])	Negativer Erfolg
IX.	1.	1. Juni 1899	*Pulmonaria montana*	*Arrhenatherum elatius*	H.	13. Juni	
IX.	2.	" "	" "	*Arrhenatherum elatius*	H.	13. Juni	
IX.	3.	" "	" "	*Holcus lanatus*	H.		—
IX.	4.	" "	" "	*Holcus lanatus*	H.		—
X.	1.	15. Juni 1899	*Pulmonaria montana*	*Bromus brachystachys*	B.	30. Juni	
X.	2.	" "	" "	*Bromus brachystachys*	B.	30. Juni	
X.	3.	" "	" "	*Bromus erectus*	Z.	30. Juni	
X.	4.	" "	" "	*Bromus erectus*	Z.	30. Juni	
XI.	1.	4. Juni 1899	*Symphytum officinale*	*Arrhenatherum elatius*	H.	18. Juni	
XI.	2.	" "	" "	*Arrhenatherum elatius*	H.	18. Juni	
XI.	3.	" "	" "	*Bromus brachystachys*	H.	18. Juni	
XI.	4.	" "	" "	*Bromus brachystachys*	H.	18. Juni	
XII.	1.	15. Juni 1900	*Pulmonaria montana*	*Bromus arvensis*	Z.	28. Juni	
XII.	2.	" "	" "	*Bromus secalinus*	Z.	28. Juni	
XIII.	1.	16. Juni 1900	*Pulmonaria montana*	*Bromus brizaeformis*	W.		—
XIII.	2.	" "	" "	*Bromus arvensis*	Z.	29. Juni	
XIV.	1.	18. Juni 1900	*Symphytum officinale*	*Bromus mollis*	Z.	1. Juli	
XIV.	2.	" "	" "	*Bromus erectus*	Z.	1. Juli	
XIV.	3.	" "	" "	*Bromus brizaeformis*	W.		—
XIV.	4.	" "	" "	*Bromus secalinus*	Z.	1. Juli	
XIV.	5.	" "	" "	*Bromus arvensis*	Z.	1. Juli	
XIV.	6.	" "	" "	*Bromus inermis*	Z.	1. Juli	
XIV.	7.	" "	" "	*Holcus lanatus*	W.		—
XIV.	8.	" "	" "	*Avena sativa*	B.		—
XIV.	9.	" "	" "	*Alopecurus pratensis*	H.		—
XIV.	10.	" "	" "	*Arrhenatherum elatius*	H.	1. Juli	
XIV.	11.	" "	" "	*Festuca elatior*	W.		—
XIV.	12.	" "	" "	*Secale cereale*	B.		—
XIV.	13.	" "	" "	*Triticum vulgare*	B.		—
XIV.	14.	" "	" "	*Trisetum flavescens*	Z.		—
XV.	1.	25. Juni 1900	*Symphytum officinale*	*Bromus secalinus*	Z.	6. Juli	
XV.	2.	" "	" "	*Bromus brizaeformis*	W.		—
XV.	3.	" "	" "	*Bromus arvensis*	Z.	6. Juli	
XVI.	1.	26. Juni 1900	*Pulmonaria montana*	*Bromus mollis*	Z.	10. Juli	
XVI.	2.	" "	" "	*Bromus brizaeformis*	W.		—

Erklärung der Zeichen: H. = eine Samenhandlung in Bern. B. = Botanischer Garten in Bern. W. = Botan. Garten in Wien. Z. = Samen-Kontrol-Station, Zürich.

[1]) Da die Versuche nicht immer alle Tage kontrolirt wurden, mag dieses Datum auf einen, oft auch auf mehrere Tage zu spät lauten.

Hieraus ist nun ersichtlich, dass sowohl die positiven wie negativen Resultate auf allen *Gramineen*, ob sie nun mit den Aecidiosporen auf *Pulmonaria montana* oder auf *Symphytum officinale* ausgeführt worden waren, völlig übereinstimmen; nur muss es auffallen, dass die Infection auf *Bromus brizaeformis* in keinem Falle gelang. Da aber dieses Gras nicht zur Blüte kam, so konnte eine genauere Bestimmung derselben nicht vorgenommen werden, und es muss demnach dahingestellt bleiben, ob dieses Gras in der That *Bromus brizaeformis* war. Die bereits anfangs erwähnte Annahme, dass auf *Bromus erectus* nur eine *Puccinia* lebt, welche sowohl *Pulmonaria montana* als *Symphytum officinale* in gleicher Weise befällt, wird durch diese Versuche bestätigt.

Im Folgenden seien noch alle mit Uredo ausgeführten Infectionsversuche angeführt, wodurch der Kreis der Nährpflanzen für den im Schlofenmoos vorkommenden Braunrost, *Puccinia dispersa*, genauer präcisirt und ein besserer Vergleich mit Eriksson'schen Formen gestattet wird.

c) Infectionsversuche mit Uredo:

Versuchsreihe No. XVII.

Eingeleitet am 13. Juli 1900. Mit den Uredosporen, welche in der Versuchsreihe No. XIV auf *Bromus erectus* aufgetreten waren, wurden folgende *Gramineen* bepinselt:

No. 1. *Bromus erectus*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich

No. 2. *Arrhenatherum elatius*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 3. *Bromus mollis*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 4. *Bromus macrostachys*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 5. *Bromus brachystachys*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 6. *Bromus arvensis*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 7. *Secale cereale*, junge Pflanzen, Samen vom botan. Garten, Bern.

Diese Versuche wurden am 27. 30. Juli controlirt, wobei sich folgendes Resultat ergab:

No. 1. (*Bromus erectus*) am 27. Juli auf sämmtlichen Blättern massenhafte Uredohäufchen.

No. 2. (*Arrhenatherum elatius*) zeigte während der ganzen Versuchsdauer keine Infection.

No. 3. (*Bromus mollis*) am 27. Juli an fast allen Blättern reichlich Uredo

No. 4. (*Bromus macrostachys*) am 27. Juli auf zahlreichen Blättern viele Uredohäufchen.

No. 5. (*Bromus brachystachys*) am 27. Juli auf den meisten Blättern reichliche Uredohäufchen.

No. 6. (*Bromus arvensis*) am 27. Juli auf den meisten Blättern massenhafte Uredohäufchen.

No. 7. (*Secale cereale*) blieb während der ganzen Versuchsdauer frei von Infection.

Versuchsreihe No. XVIII.

Eingeleitet am 14. Juli 1900. Mit den Uredosporen, welche in Versuchsreihe No. XIV auf *Bromus arvensis* aufgetreten waren, wurden folgende *Gramineen* bepinselt:

No. 1. *Bromus arvensis*, junge Aussaat, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 2. *Bromus mollis*, junge Aussaat, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 3. *Bromus inermis*, junge Aussaat, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 4. *Bromus brachystachys*, junge Aussaat, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 5. *Secale cereale*, junge Aussaat, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 6. *Arrhenatherum elatius*, junge Aussaat, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

Diese Versuche wurden am 30. Juli und am 2. August controlirt, wobei sich folgende Resultate ergaben:

No. 1. (*Bromus arvensis*) am 30. Juli an zahlreichen Blättern viele Uredohäufchen.

No. 2. (*Bromus mollis*) am 30. Juli an den meisten Blättern zahlreiche Uredo.

No. 3. (*Bromus inermis*) am 30. Juli an einigen Blättern zahlreiche Uredohäufchen.

No. 4. (*Bromus brachystachys*) am 30. Juli an vielen Blättern Uredo; die weitaus meisten Blätter gingen zu Grunde.

No. 5. (*Secale cereale*) blieb während der ganzen Versuchsdauer frei von Infection.

No. 6. (*Arrhenatherum elatius*) zeigte keine Spur von Uredo.

Versuchsreihe No. XIX.

Eingeleitet am 16. Juli 1900. Mit den Uredosporen, welche in Versuchsreihe No. XIV auf *Bromus mollis* aufgetreten waren, wurden folgende *Gramineen* bepinselt:

No. 1. *Arrhenatherum elatius*, junge Aussaat, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 2. *Bromus mollis*, junge Aussaat, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No 3. *Bromus macrostachys*, junge Aussaat, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 4. *Bromus brachystachys*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 5. *Triticum vulgare*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

No. 6. *Secale cereale*, junge Pflanzen, Samen von der Samen-Control-Station Zürich.

Diese Versuche wurden am 31. Juli, am 3. 6. August einer Durchsicht unterzogen. Hierbei ergab sich folgendes Resultat:

No. 1. (*Arrhenatherum elatius*) blieb während der ganzen Versuchsdauer frei von Infection.

No. 2. (*Bromus mollis*) am 3. August an den meisten Blättern zahlreiche Uredohäufchen.

No. 3. (*Bromus macrostachys*) am 3. August an den meisten Blättern reichliche Uredo-Infection.

No. 4. (*Bromus brachystachys*) am 3. August auf mehreren Blättern massenhafte Uredo-Infection.

No. 5. (*Triticum vulgare*) blieb frei von Infection.

No. 6. (*Secale cereale*) zeigte während der ganzen Versuchsdauer keine Infection.

Zur besseren Uebersicht seien alle in diesen drei Versuchsreihen enthaltenen Resultate tabellarisch zusammengestellt; es ergeben sich aus dieser Tabelle folgende Resultate:

Herkunft der Uredo-Sporen	Inficirte *Gramineen*								
	Bromus erectus	*Arrhenatherum elatius*	*Bromus mollis*	*Bromus macrostachys*	*Bromus brachystachys*	*Bromus arvensis*	*Secale cereale*	*Bromus inermis*	*Triticum vulgare*
Bromus erectus	+	—	+	+	+	+	—		
Bromus arvensis		—	+		+	+	—	+	
Bromus mollis		—	+	+	+		—		—

Erklärung der Zeichen: + positiver, reichlicher Erfolg. — negativer Erfolg.

Der Uredo vermag mit Regelmässigkeit von der einen *Bromus*-Art auf die andere überzusiedeln, woraus hervorgeht, dass es sich hier um eine Rost-Form handelt, welche eine bestimmte Reihe von *Bromus*-Arten zu inficiren im Stande ist, dagegen mit aller Wahrscheinlichkeit *Secale cereale* und *Triticum vulgare* meidet. Was *Arrhenatherum elatius* anbelangt, so widersprechen die obigen negativen Infectionsversuche mit Uredo jenen erfolgreichen Infectionen, welche mit den Aecidiosporen auf *Symphytum officinale* und auf *Pulmonaria montana* auf diesem Grase gemacht worden waren. Eine Erklärung dürfte darin liegen, dass das Gras, welches zu den Infectionsversuchen mit den Aecidiosporen auf *Symphytum* und auf *Pulmonaria* verwendet worden war, in Wirklichkeit nicht *Arrhenatherum elatius* gewesen ist. Es stammte der Samen derselben aus einer Berner Samenhandlung und eine nähere Bestimmung dieses Grases unterblieb, weil es nicht zur Blüte ge-

langte, hingegen ist es sicher, dass jenes bei den Uredo-Infectionen verwendete Gras *Arrhenatherum elatius* war, denn dasselbe war aus der Samen-Control-Station in Zürich bezogen worden. Hiernach kann es kaum einem Zweifel unterliegen, dass nur die negativen Infectionsversuche mit Uredo auf *Arrhenatherum elatius* als massgebende anzusehen sind, dagegen jene mit Aecidiosporen ausgeführten positiven Infectionen auf einem Irrthum beruhen. Demnach wird *Arrhenatherum eiatius* wohl unter die Grasarten zu zählen seien, welche von dem vorliegenden Braunrost gemieden werden.

Nährpflanzen für Uredo- und Teleuto-Sporen	*Puccinia dispersa*, Eriks. fsp. *Secalis*	*Puccinia Symphyti Bromorum*	*Puccinia dispersa*, Eriks. fsp. *Bromi*	Nährpflanzen der *Aecidien*	*Puccinia dispersa*, Eriks. fsp. *Secalis*	*Puccinia Symphyti Bromorum*	*Puccinia dispersa*, Eriks. fsp. *Bromi*
Bromus erectus		+	—	*Pulmonaria montana*		+	
Bromus brachystachys		+		*Symphytum officinale*		+	
Bromus arvensis	—	+	+	*Anchusa officinalis*	+	o	—
Bromus mollis	—	+	+	*Anchusa arvensis*	+	—	—
Bromus secalinus		+	+	*Nonnea rosea*	o	o	—
Bromus macrostachys	—	+	+	*Myosotis arvensis*	—	—	
Bromus inermis		+	—	*Myosotis alpestris*	—		—
Bromus brizaeformis		—	+	*Myosotis silvatica*		—	
Bromus sterilis			+	*Echium vulgare*		—	
Bromus racemosus			+	*Echium rubrum*		—	
Bromus patulus			+	*Pulmonaria officinalis*	—	—	—
Bromus squarrosus			+	*Symphytum asperrimum*	—	—	—
Bromus asper			+	*Cerinthe alpina*		—	
Bromus arduennensis			+	*Omphalodes verna*		—	
Bromus tectorum			+	*Cynoglossum officinale*		—	
Arrhenatherum elatius		—					
Holcus lanatus	—	—	—				
Secale cereale	+	—	—				
Triticum vulgare	—	—	—				
Avena sativa	—	—	—				
Hordeum vulgare	—		—				
Alopecurus pratensis		—					
Trisetum flavescens		—					
Triticum repens	—		—				
Festuca elatior		—					

Erklärung der Zeichen:
+ positiver Erfolg,
— negativer Erfolg,
o schwacher Erfolg.

Unter Berücksichtigung aller bisher gemachten Versuche würden sich demnach für den vorliegenden Braunrost, *Puccinia dispersa*, folgende Nährpflanzen ergeben:

Aecidium auf: *Symphytum officinale* und *Pulmonaria montana*.

Uredo- Teleuto-Sporen auf: *Bromus erectus*, *Bromus mollis*, *Bromus inermis*, *Bromus macrostachys*, *Bromus brachystachys*, *Bromus arvensis*, *Bromus secalinus*.

Vergleich mit den Eriksson'schen Resultaten.

Im Folgenden soll ein Vergleich mit der *Puccinia dispersa*, mit welcher Eriksson experimentirt hat, und der durch unsere Versuche biologisch charakterisirten *Puccinia* gezogen und die Frage gestellt werden, ob dieselbe nicht mit einer der Eriksson-schen formae speciales identisch sein dürfte. Nebenstehende Tabelle möge den Vergleich erleichtern.

Die Nährpflanzen der Aecidien für den vorliegenden Braunrost sind wesentlich andere als diejenigen der *Puccinia dispersa*, fsp. *Secalis* Eriksson; ebenso sind die Nährpflanzen für die Uredo- und Teleutosporen beider Braunroste scharf verschieden. Vergleichen wir dagegen die von uns untersuchte *Puccinia dispersa*, fsp. *Bromi* mit jener von Eriksson geprüften *Puc. dispersa*, fsp. *Bromi*, so ist die grosse Uebereinstimmung beider sehr auffallend. Denn in Bezug auf die Uredo- und Teleuto-Sporen-Nährpflanzen zeigen beide formae speciales darin gleiches Verhalten, dass sie *Bromus mollis*, *Bromus secalinus*, *Bromus arvensis*, *Bromus macrostachys* regelmässig befallen, so dass man anzunehmen geneigt ist, dass die vorliegende *Puccinia* mit der forma specialis *Bromi* identisch ist, und dass demnach die der Eriksson'schen forma specialis *Bromi* fehlende Aecidienform auf *Symphytum officinale* und *Pulmonaria montana* zu suchen ist. Diese beiden *Borragineen* sind von Eriksson nicht geprüft, jedoch zeigen sich gegen die beiden formae speciales *Bromi Nonnea rosea*, *Anchusa officinalis*, *Anchusa arvensis*, *Pulmonaria officinalis*, *Symphytum asperrimum* immun; jedoch scheint *Bromus erectus* und *Bromus inermis*, auf welche unsere *Puccinia* übersiedelt, von der fsp. *Bromi* Eriksson gemieden zu werden, was vielleicht als obiger Ansicht nicht entsprechend angesehen werden müsste, doch müssten hierüber erst noch zahlreiche Infectiontversuche mit fsp. *Bromi* Eriksson aus Schweden gemacht werden, um ein abschliessendes Urtheil fällen zu können. — Ferner wäre es aber auch möglich, dass sich bei Untersuchungen über *Symphytum*- und *Pulmonaria*-Aecidien von anderen Standorten auch bei unserer Art weitere Rassen werden feststellen lassen. Nach allem Gesagten stellt also die von uns geprüfte *Puccinia* einen Typus der *Puccinia dispersa* Eriksson dar, welcher sich zur *Puccinia dispersa* verhält, wie *Puccinia coronata* zu *Puccina coronifera*. Will man dieser *Puccinia* einen Namen geben, so dürfte nach Klebahn's Vorgehen die Benennung *Puccinia Symphyti Bromorum* am Platze sein.

Morphologische Verhältnisse.

Nach Besprechung der biologischen Verhältnisse der *Puccinia Symphyti Bromorum* sei eine solche der morphologischen gegeben:

1. Aecidium: Aecidium orangegelb; Blätter, Stiele, auch Kelch und Blüten befallend; Sporen rund bis länglich, stachlig, 19—29 μ lg., 17—24 μ br.
2. Uredo: Lager braun, ordnungslos über die Blattoberseite, seltener Blattunterseite zerstreut; Sporen gelb, meist kugelrund, seltener länglich. 18—30 μ Durchmesser.

Membran bräunlich, verhältnissmässig dick, mit Stacheln dicht besetzt; die Keimporen über die ganze Oberfläche verbreitet, von denen 7—10 nachzuweisen sind.

3. Teleutosporen: Lager auf der Unterseite, seltner Oberseite der Blätter, 0,5—0,7 cm lange, braune Streifen bildend, von der Epidermis bedeckt und durch zahlreiche braune Paraphysen in einzelne Fächer getheilt. Sporen lang gestielt, von unregelmässiger Gestalt; länglich, keulenförmig, allmählich in den Stiel verschmälert; seltener cylindrisch, lang und schmal, dem farblosen, 6—7 μ lg. Stiel fest aufsitzend; zweizellig, in der Mitte wenig eingeschnürt, unsymmetrisch, Sporenmembran dünn, nach oben sich bis 3 μ verdickend; Sporen gelblichbraun, ohne Sculptur, 45,5—66,5 μ lg. Terminalzelle 14—17,5 μ br., Basalzelle 10,5—14 μ breit, beide mit je einem seitlichen Keimporus.

(Vergl. hierzu die Figuren am Schlusse der Arbeit.)

Vergleicht man diese Beschreibung mit derjenigen, welche Eriksson von der *Puccinia dispersa*, fsp. *Secalis* giebt, so findet man eine in den wesentlichsten Punkten volle Uebereinstimmung beider, so dass sich also die von uns untersuchte *Puccinia* in morphologischer Hinsicht kaum von der *Puccinia dispersa* Eriksson fsp. *Secalis* unterscheidet, dagegen in biologischer scharf getrennt ist.

Zur Zeit können also unsere Kenntnisse über die *Puccinia* vom Typus der *Puccinia dispersa* Eriksson folgendermaassen zusammengefasst werden:

A) Serie: *Puccinia dispersa*, fsp. *Secalis*. Aecidium auf: *Anchusa officinalis, Anchusa arvensis.* Teleutosporen auf: *Secale.*

B) Serie: *Puccinia Symphyti Bromorum.* Aecidium auf: *Symphytum officinale, Pulmonaria montana*; Teleutosporen auf: *Bromus.* Vielleicht *Puccinia dispersa.* fsp. *Bromi* Eriksson.

C) Serie: *Puccinia dispersa*, Aecidium unbekannt.

II. Zur Kenntniss der Rassen von *Puccinia graminis* in der Schweiz.

Ebenso wie Eriksson für die *Puccinia dispersa* zwei Serien unterschieden hatte, zergliederte er in ähnlicher Weise die *Puccinia graminis* in eine Art mit dem Aecidium auf *Berberis vulgaris* und in eine andere Art mit noch nicht bekanntem Aecidium, wobei Eriksson die erste Serie in zahlreiche formae speciales zerlegte, während die zweite Serie ohne Aecidium-Stadium keine formae speciales aufweist und als *Puccinia Phlei pratensis* (auf

Phleum pratense und *Festuca elatior*) bezeichnet wurde;[1]) die formae speciales für die erste Serie sind folgende:

fsp. *Secalis* auf: *Secale cereale, Hordeum vulgare, Hordeum jubatum, Triticum repens, Triticum caninum, Triticum desertorum, Elymus arenarius, Bromus secalinus.*

fsp. *Avenae* auf: *Avena elatior, Avena sativa, Avena sterilis, Dactylis glomerata, Alopecurus pratensis, Milium effusum, Lamarckia aurea, Trisetum distichophyllum.*

fsp. *Tritici* auf: *Triticum vulgare, Hordeum vulgare, Secale cereale, Avena sativa.*

fsp. *Agrostidis* auf: *Agrostis canina, Agrostis vulgaris, Agrostis stonolifera.*

fsp. *Airae* auf: *Aira caespitosa.*

fsp. *Poae* auf: *Poa compressa, Poa caesia.*

Ausserdem sind folgende noch nicht in formae speciales eingereihte Grasarten vom Schwarzrost, *Puccinia graminis*, befallen, welche die Berberitze mit Rost anstecken können:[2])

Aira flexuosa, Alopecurus nigricans, Elymus glaucifolius, Panicum miliaceum, Phleum Boehmeri, Phleum Michelii, Poa Chaixii, Poa pratensis, Triticum unicum.

Das massenhafte Vorkommen der Berberitze speciell in Wallis veranlasste uns, der Frage näher zu treten, welche der von Eriksson unterschiedenen Rassen hier vertreten seien, und ob allenfalls noch weitere bisher nicht bekannte Formen hinzutreten, wobei folgender Weg der Beobachtung eingeschlagen wurde: Im August 1899 wurde auf Veranlassung des Herrn Prof. Fischer das Binnenthal, Zermatt-Thal, Val d'Anniviers und Val d'Hérens, alle im Canton Wallis gelegen, einer Untersuchung unterzogen, wobei alle in unmittelbarer Nähe eines oder mehrerer Berberitzensträucher befindlichen Gräser genau auf das Vorhandensein von *Puccinia graminis* untersucht wurden. An dieser Stelle sei es mir gestattet, Herrn Prof. L. Fischer meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für die liebenswürdige Unterstützung bei dem Bestimmen der Gräser. Alle jene im Freien gesammelten Beobachtungen sind in nachfolgenden 3 Tabellen zusammengestellt, mit Ausnahme der Beobachtungen im Val d'Anniviers, welche ich hier weglasse, da die daselbst gewonnenen Resultate belanglos waren; es fanden sich nämlich nur an vereinzelten Stellen *Gramineen* mit *Puccinia graminis*. Zu je einer Verticalreihe sind in den Tabellen die Befunde auf denjenigen Gräsern vereinigt, die in der Umgebung einer oder mehrerer benachbarter Berberitzensträucher standen.

---

[1]) Weitere Beobachtungen über die Specialisirung des Getreiderostes. (Zeitschr. f. Pfl.-Kr. Bd. VII. 1897).

[2]) Eriksson, Jacob, Hennings, Ernst, Die Getreideroste, ihre Geschichte und Natur, sowie Maasregeln gegen dieselben. Stockholm 1896.

Bei Gelegenheit dieser Untersuchungen wurde an mehreren Orten reichliches Teleutosporenmaterial gesammelt, mit welchem im Frühjahr zahlreiche Berberitzen inficirt wurden; sämmtliche Berberitzen zeigten sich in der Folge auf das heftigste befallen. Ich hatte die Absicht, mit diesen Aecidiosporen verschiedene Gräser zu inficiren, um so experimentell zur Unterscheidung der einzelnen Rassen zu gelangen; leider war der Erfolg nur ein äusserst mangelhafter, ein Uebelstand, über welchen sich bereits Eriksson beklagt.*) Obwohl dadurch unsere Untersuchung unvollständig bleiben musste, gestatten immerhin die im Freien gemachten Beobachtungen einige Rückschlüsse auf die Unterscheidung von Rassen, welche nun mitgetheilt werden sollen, und die als Richtschnur für spätere Untersuchungen dienen können. Diese Schlüsse aus den Beobachtungen im Freien gehen wesentlich von folgenden Gesichtspunkten aus: Es sind hauptsächlich die negativen Beobachtungen von Werth; da, wo unter Aecidien tragenden Berberitzen dicht neben inficirten Gräsern andere rostfreie Gräser beobachtet werden, kann man — besonders wenn sich diese Beobachtung mehrmals wiederholt — mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass letztere gegen die an jener Stelle auftretenden Rassen von *Puccinia graminis* immun sind. Dagegen ist in dem Falle, wo *Puccinia graminis* auf mehreren dicht nebeneinander stehenden *Gramineen* auftritt, keineswegs erwiesen, dass die Puccinien auf diesen verschiedenen Gräsern alle der nämlichen Rasse angehören. Es sollen nun in diesem Sinne in aller Kürze aus den beigegebenen Tabellen nacheinander die Puccinien der sämmtlichen beobachteten Gräser durchgegangen und dieselben mit den Eriksson'schen Rassen verglichen werden:

1. *Puccinia graminis* auf: *Agrostis vulgaris* (B. R. No. I. III. V. VII. VIII. X.)

Neben befallenen *Agrostis vulgaris* standen stets pilzfrei:

Avena flavescens (B. R. No. I. III. V. VII.), *Brachypodium pinnatum* (B. R. No. I. V. VII.), *Briza media* (B. R. No. I. VII.), *Hordeum vulgare* (B. R. No. I. V. VIII. X.), *Melica ciliata* No. I. V. VIII.), *Phleum Boehmeri* (B. R. No. I. V. VIII.), *Phleum pratense* v. *nodosum* (B. R. No. I.), woraus man schliessen kann, dass die auf *Agrostis vulgaris* lebende *Puccinia*-Form nicht im Stande ist, auf diese Gräser überzusiedeln, was mit der nach der oben gegebenen Zusammenstellung der Eriksson'schen Rassen naheliegenden Annahme, es handle sich hier um fsp. *Agrostis* Erikss., nicht im Widerspruch steht. Dass die auf *Agrostis alba* lebende *Puccinia*-Form mit derjenigen auf *Agrostis vulgaris* identisch ist, erscheint, da *Agrostis alba* (B. R. No. I. V. VIII. X) immer rostig neben *Agrostis vulgaris* auftrat, wahrscheinlich (s. unten sub. 10), bedarf jedoch noch der experimentellen Bestätigung. Eriksson hat *Agrostis alba* nicht näher untersucht.

---

*) Eine allgemeine Uebersicht der wichtigsten Ergebnisse der schwed. Getreideuntersuchung. (Bot. Centralbl. Bd. LXXII. 1897.)

Binnen - Thal	Zwischen Aussen-Binn und der Schlucht (1300 m).	Ein weiterer Strauch am gleichen Ort.	Ein anderer Strauch am selben Standpunkt.	Ein anderer Strauch am gleichen Ort.	Ein anderer Strauch am selben Standpunkt.	Ein weiterer Strauch am selben Standpunkt.	Ein weiterer Strauch am gleichen Ort.	Ein weiterer Strauch am gleichen Ort	Ein anderer Strauch am gleichen Standpunkt.	Ein zweiter Strauch am gleichen Standpunkt.	Zehn Minuten vom Hôtel Ofenhorn 1300 m.	Imfeld 1600–1650 m.	Ueber Imfeld am Rande des Lerchenwaldes (1700 m).
Beobachtungs - Reihen:	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.
Agrostis alba	+	+		+	+			+	+	+	+		+
Agrostis vulgaris	+		+		o		o	+		+			
Apera Spica venti	+	+		+		—		+		+			
Avena flavescens	—		—		—		—		—				
Brachypodium pinnatum	—	—		—	—	—	—		—	—			
Briza media	—		—	—		—		—	—	—	—	—	—
Dactylis glomerata	+	+		+	+		+	+	+	+			
Festuca ovina		+	+			+			+				+
Festuca pratensis		o		+		o		+		+			
Hordeum vulgare	—	—		—	—	—		—	—	—			
Lasiagrostis Calamagrostis		+		+		o	+	o					
Melica ciliata	—	—		—	—	—		—	—				
Phleum Boehmeri	—	—		—	—			—		—			
Phleum pratense v. nodosum	—		—	—		—							—
Secale cereale												+	
Triticum glaucum	+		+		+	+			+	+			

Erklärung der Zeichen: + positive, reichliche Infection. — keine Infection. o spärliche Infection.

Visp - Thal und Findelen	Ein weiterer Strauch am selben Standort.	Ein weiterer Strauch am selben Standort.	Ein weiterer Strauch am gleichen Standort.	Ein weiterer Strauch am selben Standpunkt.	Ein anderer Strauch am gleichen Standort.	Ein anderer Strauch am selben Standort.	Dorf Findelen (2075 m).	Ein weiterer Strauch am gleichen Standpunkt.	Ein weiterer Strauch am selben Standpunkt.	Zehn Minuten jenseits der Brücke über den Findelen-Bach (2075 m).	Ein anderer Strauch am selben Standpunkt.	Ein anderer Strauch am gleichen Standpunkt.	Zwischen Banda (1400m) u. Täsch (1456m), Richtung Visp–Zermatt.
Beobachtungs - Reihen:	XIV.	XV.	XVI.	XVII.	XVIII	XIX.	XX.	XXI.	XXII.	XXIII	XXIV	XXV.	XXVI
Briza media	—		—	—		—	—	—	—	—	—	—	—
Dactylis glomerata	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		+
Festuca ovina			—	o	—		—	—	—	—	—	—	—
Festuca pilosa	—	—		—			—			—			—
Hordeum vulgare	—			—		—			—				
Koeleria cristata v. gracilis	—		—			—				—			
Phleum Boehmeri	—			—	—	—	—		—		—		
Poa nemoralis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Secale cereale	+	+	+	+	+	+	+		+		+		

Erklärung der Zeichen: + reichliche Infection. — keine Infection. o spärliche Infection.

Val d'Hérens	Ein weiterer Strauch am selben Ort.	Ein anderer Strauch ebendaselbst.	Ein anderer Strauch am gleichen Ort.	Ein anderer Strauch am selben Ort.	Ein anderer Strauch am gleichen Ort.	Ein weiterer Strauch am gleichen Ort.	Ein zweiter Strauch am selben Standpunkt.	Zwischen La Luette (1020 m) und Evolena (1378 m).	Ein zweiter Strauch ebendaselbst	Hinter Vex (957 m), Richtung Sion.
Beobachtungs-Reihen:	XXVII.	XXVIII	XXIX.	XXX.	XXXI.	XXXII.	XXXIII	XXXIV	XXXV.	XXXVI.
Agrostis alba	+		+		+	+	+			
Brachypodium pinnatum	—		—		—		—	—		
Briza media		—		—	—		—		—	—
Dactylis glomerata	+	—	—	—	—	—	—	—	+	+
Festuca pratensis	—		—		o	—	—		—	
Melica ciliata	—		—	—						
Poa nemoralis		+		o					+	+
Secale cereale	+	+	+	+	+					
Setaria viridis		—			—			—		—
Triticum caninum	+	+	+	+						

Erklärung der Zeichen: positive, reichliche Infection. — keine Infection.
o spärliche Infection.

2. *Puccinia graminis* auf *Dactylis glomerata* (B. R. No. I. II. IV. V. VII.—X. XIV.—XVI XVIII—XXIV. XXVI. XXVII. XXXV. XXXVI.)

Neben rostiger *Dactylis glomerata* standen pilzfrei:

Hordeum vulgare (B. R. No. I. II. IV. V. VIII—X. XIV. XVIII—XXII), *Avena flavescens* (B. R. No. I. V. VII. IX), *Brachypodium pinnatum* (B. R. No. I. II. IV. V. VII. IX. X. XXVII. XXXV. XXXVI.), *Briza media* (B. R. No. I. IV. VI. IX. X. XIV. XVI. XIX—XXIV. XXXV. XXXVI), *Melica ciliata* (B. R. No. I. II. IV. V. VIII IX XXVII.), *Phleum Boehmeri* (B. R. No. I. II. IV. V. VIII- X. XIV. XVIII—XX. XXII.—XXIV.), *Phleum pratense* v. *nodosum* (B. R. No. I. IV.), *Festuca ovina* (B. R. No. XVI. XVIII. XX.—XXIV. XXVI), *Festuca pilosa* (B. R. No. XIV. XV. XX. XXII. XXVI)., *Koeleria cristata* v. *gracilis* (B. R. No. XIV. XVI. XIX. XXII.), *Festuca pratensis* (B. R. No. XVII. XXXV.) Aus diesen Beobachtungen geht also hervor, dass uns hier eine Form der *Puccinia graminis* vorliegt, welche *Dactylis glomerata* befällt, hingegen die oben erwähnten Grasarten meidet, was einer Einreihung dieser *Puccinia*-Form in die, wie aus der oben gegebenen Uebersicht der Eriksson'schen Rassen hervorgeht, auch auf *Dactylis* lebende fsp. *Avenae* Eriksson nicht im Wege steht. Es sei noch bemerkt, dass die Form auf *Dactylis glomerata* im Val d'Hérens auffallend weniger vertreten zu sein scheint, als in den anderen Thälern.

3. *Puccinia graminis* auf *Triticum glaucum* (B. R. No. I. III. V. VI. IX. X.)

Neben rostigem *Triticum glaucum* standen pilzfrei:

Phleum pratense v. *nodosum* (B. R. No. I. III. VI.), *Phleum Boehmeri* (B. R. No. I. V. VI. IX.), *Melica ciliata* (B. R. No. I. V. VI. IX.), *Hordeum vulgare* (B. R. No. I. V. VI. IX. X.), *Briza media* (B. R. No. I. III. VI. IX. X.), *Brachypodium pinnatum* (B. R. No. I. V. VI. IX. X.) *Avena flavescens* (B. R. No. I. III. V. IX.). Daraus geht hervor, dass diese Grasarten gegen die auf *Triticum glaucum* lebende *Puccinia*-Form immun sind. In den Eriksson'schen Versuchen wurde *Triticum glaucum* bisher nicht verwendet, wohl aber nahe verwandte *Triticum*-Arten, welche sich in die fsp. *Tritici* und fsp. *Secalis* einreihen. Da aber diese beiden Rassen *Hordeum vulgare* inficiren, in den vorliegenden Beobachtungen dagegen *Hordeum vulgare* stets gesund neben rostkranken *Triticum glaucum* vorkommt, so muss wohl die Annahme, dass die Form auf *Triticum glaucum* zu einer dieser beiden Rassen zu rechnen sei, fallen gelassen werden. Man könnte indessen vielleicht einwenden, dass *Hordeum vulgare* später gesät sei, doch dürfte dieser Einwand nicht berechtigt sein, denn zur Zeit der Uredo-Reife hätte ja jedenfalls die Gerste bis zu einem der Infection günstigem Wachsthum vorgeschritten sein müssen. Die hierüber vorliegenden Infectionsversuche ergaben kein befriedigendes Resultat; es waren mit den Teleutosporen auf *Triticum glaucum* zehn junge Berberitzen inficirt worden und mit den so erhaltenen und überaus reichlichen Aecidiosporen folgende Grasarten: *Triticum glaucum*, *Triticum caninum*, *Triticum repens*, *Apera Spica venti*, *Dactylis glomerata*, *Festuca ovina*, *Hordeum vulgare*, *Lasiagrostis Calamagrostis*, *Secale cereale*, *Agrostis vulgaris*; von diesen Grasarten zeigte nur *Triticum glaucum*, *Triticum repens*, *Triticum caninum* spärliche Uredo-Infection, während alle übrigen *Gramineen* während der ganzen Versuchsdauer keine Spur von Uredo aufwiesen. Dieses Resultat stimmt zwar mit der obigen Beobachtung überein, aber bei der schlechten Keimfähigkeit der Aecidiosporen ist damit dennoch die Immunität von *Hordeum vulgare* nicht bewiesen. Ebensowenig diejenige von *Secale cereale*.

4. *Puccinia graminis* auf: *Secale cereale*: (B. R. No. XII. XIV—XX. XXII. XXIV. XXVII—XXXI).

Neben rostigem *Secale cereale* standen pilzfrei: *Hordeum vulgare* (B. R. No. XIV. XVII. XIX. XXII.), *Briza media* (B. R. No. XII. XIV. XVII. XIX. XX. XXII. XXIV. XXVIII. XXX. XXXI), *Festuca ovina* (B. R. No. XVI. XVIII. XX. XXII. XXIV.), *Festuca pilosa* (B. R. No. XIV. XV. XVII. XX.), *Koeleria cristata* v. *gracilis* (B. R. No. XIV. XVI. XIX.), *Phleum Boehmeri* (B. R. No. XIV. XVII.—XX. XXII. XXIV.), *Setaria viridis* (B. R. No. XXVIII. XXXI.), *Melica ciliata* (B. R. No. XXVII. XXIX. XXX.), *Brachypodium pinnatum* (B. R. No. XXVII. XXIX. XXXI.), *Dactylis glomerata* (B. R. No. XXVIII—XXI.). Diese Grasarten dürfen demnach als immun gegen die *Puccinia*-Form auf *Secale*

cereale anzusehen sein, es scheinen die beiden formae speciales *Secalis* und *Tritici* hier nicht in Betracht zu kommen, weil diese *Hordeum* inficiren, was bei der vorliegenden Form nicht der Fall ist.

5. *Puccinia graminis* auf: *Poa nemoralis* (B. R. No. XIV—XXVI. XXVIII.—XXX. XXXV. XXXVI.)

Neben rostiger *Poa nemoralis* kamen folgende pilzfreie Gräser vor: *Phleum Boehmeri* (B. R. No. XIV. XVII. XX. XXII. XXIV. XXVIII.—XXX.), *Koeleria cristata* v. *gracilis* (B. R. No. XIV. XVI. XIX. XXII.), *Hordeum vulgare* (B. R. No. XIV. XVII. XIX. XXII.), *Festuca pilosa* (B. R. No. XIV. XV. XVII. XX. XXII. XXVI.), *Briza media* (B. R. No. XIV. XVI. XVII. XIX.—XXVII. XXX.), *Festuca pratensis* (B. R. No. XXVIII. XXIX.), *Festuca ovina* (B. R. No. XVI. XVIII. XX.—XXVI.). Es berechtigen diese Beobachtungen zu der Annahme, dass die *Puccinia*-Form auf *Poa nemoralis* nicht im Stande ist, auf diese Grasarten überzusiedeln.

Man könnte daran denken, diese Form mit Eriksson's f. sp. *Poae* zu identificiren, allein dies wäre gewagt, da selbst *Puccinien* auf so nahe verwandten *Poa*-Arten, wie: *Poa caesia*, *P. compressa* und *P. pratensis* sich nach Eriksson nicht in eine Rasse vereinigen liessen (siehe obige Zusammenstellung von Eriksson's Resultaten).

6. *Puccinia graminis* auf *Festuca pratensis* (B. R. II. IV. VI. VIII. X.).

Diese von Eriksson nicht näher geprüfte Grasart trat rostig neben folgenden pilzfreien *Gramineen* auf: *Hordeum vulgare* (B. R. No. II. IV. VI. VIII. X.), *Melica ciliata* (B. R. No. II. IV. VI. VIII.), *Phleum Boehmeri* (B. R. No. II. IV. VIII. X.), *Phleum pratense* var. *nodosum* (B. R. No. IV. VI.), *Briza media* (B. R. No. IV. VI. VIII. X.), *Brachypodium pinnatum* (B. R. No. I. IV. VI. X.), *Avena flavescens* (B. R. No. X.). Aus diesen Beobachtungen kann man also schliessen, dass die Form auf *Festuca pratensis* auf obige Grasarten nicht übergeht; wie sie sich aber in die formae speciales Eriksson einreihen wird, muss dahin gestellt bleiben. Jedenfalls dürften die im Binnenthal neben befallener *Festuca pratensis* beobachteten fsp. *Avenae* und fsp. *Agrostidis* Eriksson (R. IV. VIII. X.) mit grosser Wahrscheinlichkeit hier nicht in Betracht kommen, da neben *Agrostis* und *Dactylis* im Val d'Hérens *Festuca pratensis* pilzfrei aufgetreten war (R. XXVII. XXIX. XXXII. XXXIII.). Es liegt vielmehr die Wahrscheinlichkeit nahe, dass die auf *Festuca* lebende Form eine selbständige Rasse darstellt, zu der vielleicht die *Puccinia*-Form auf *Festuca ovina* (B. R. No. II. VI.) gehört. Ob sich dieselbe in *Puccinia Phlei pratensis* wird einreihen lassen, wo *Festuca elatior* untergebracht ist, kann erst eine nähere experimentelle Untersuchung zeigen.

7. *Puccinia graminis* auf *Apera Spica venti* (B. R. No. I. II. VIII. X.).

Apera Spica venti ist von Eriksson nicht näher geprüft worden. Es standen neben diesem rostigen Gras folgende pilzfreie *Gramineen*: *Brachypodium pinnatum* (B. R. No. II. X.), *Briza media* (B. R. No. VIII. X.), *Hordeum vulgare* (B. R. No. I. II. VIII. X.), *Melica ciliata* (B. R. No. II. VIII.), *Phleum Boehmeri* (B. R. No. I. II. VIII. X.), *Phl. pratense* v. *nodosum* (B. R. No. I.). Von diesen Gräsern kann man also annehmen, dass sie von der auf *Apera Spica venti* lebenden *Puccinia*-Form nicht inficirt werden können. Unter den neben rostiger *Apera Spica venti* stehenden gleichfalls inficirten Gräsern waren von den Eriksson'schen Rassen vertreten: fsp. *Avenae* (B. R. No. I. II. VIII. X.), fsp. *Agrostidis* (B. R. No. I. VIII. X.), jedoch dürfte sich *Apera Spica venti* kaum in diese beiden Rassen einreihen lassen, da dieses Gras im Binnenthal an einigen Stellen pilzfrei neben rostiger *Dactylis* und *Agrostis vulgaris* vorkam. Vielleicht ist zu der Form auf *Apera Spica venti* diejenige auf *Lasiagrostis Calamagrostis* zu rechnen, wenigstens widersprechen die vorliegenden Beobachtungen dieser Annahme nicht.

8. *Puccinia graminis* auf *Lasiagrostis Calamagrostis* (B. R. No. II. IV. VI. VIII. X.).

Es standen neben rostiger *Lasiagrostis Calamagrostis* pilzfrei: *Melica ciliata* (B. R. No. II. IV. VI. VIII. X.), *Phleum Boehmeri* (B. R. No. II. IV. VIII.), *Phl. pratense* v. *nodosum* (B. R. No. IV. VI.), *Hordeum vulgare* (B. R. No. II. IV. VI. VIII. X.), *Brachypodium pinnatum* (B. R. No. II. IV. VI. IX.), *Briza media* (B. R. No. IV. VI. VIII. IX.). Hieraus kann man schliessen, dass diese Grasarten sich immun verhalten gegen die auf *Lasiagrostis Calamagrostis* lebende *Puccinia*-Form. *Lasiagrostis Calamagrostis* hat Eriksson experimentell nicht geprüft; von den von ihm näher untersuchten Gräsern ist nur *Dactylis* rostig neben rostiger *Lasiagrostis Calamagrostis* beobachtet worden, woraus man jedoch noch nicht schliessen kann, dass die Formen auf diesen beiden Gräsern identisch seien.

9. *Puccinia graminis* auf *Festuca ovina* (B. R. No. II. III. VI. IX. XIII. XVII.).

Dieses Gras ist von Eriksson nicht näher untersucht worden. Es standen neben rostiger *Festuca ovina* pilzfrei: *Melica ciliata* (B. R. No. II. VI. IX.), *Phleum Boehmeri* (B. R. No. II. XVII.), *Brachypodium pinnatum* (B. R. No. II. VI. IX.), *Avena flavescens* (B. R. No. III. IX.), *Briza media* (B. R. No. III. VI. IX. XIII. XVII.), *Phleum pratense* v. *nodosum* (B. R. III. VI.), *Hordeum vulgare* (B. R. No. II. VI. IX. XVII.). Aus diesen Beobachtungen darf man annehmen, dass sich jene Grasarten immun verhalten gegen die auf *Festuca ovina* lebende *Puccinia*-Form; zur Beantwortung der Frage, ob sich *Festuca ovina* in eine Eriksson'sche Rasse einreihen lässt, sind die Beobachtungen im Visp-Thal von Werth: Es fanden sich dort neben pilzfreier *Festuca ovina* rostige *Secale cereale* (B. R. No. XVI. XVIII. XX. XXII. XXIV.) und rostige *Dactylis glomerata* (B. R. No. XVI. XVIII. XX—XIV.

XXVI.) vor, woraus also hervorgeht, dass die *Puccinien* auf *Secale cereale* und *Dactylis glomerata* auf *Festuca ovina* nicht übergehen. Diese Beobachtungen über *Festuca ovina* stimmen mit denen überein, welche bereits über *Festuca pratensis* angegeben sind, so dass sie nicht im Widerspruch stehen mit der Annahme, die *Puccinia*-Formen auf den beiden *Festuca*-Arten seien zu einer Rasse zu zählen.

10. *Puccinia graminis* auf *Agrostis alba* (B. R. No. I. II. IV. V. VIII—XIII. XXVII. XXIX. XXXI—XXXIII.).

Neben diesem von Eriksson nicht näher geprüften Gras standen pilzfrei: *Brachypodium pinnatum* (B. R. No. I. II. IV. V. IX. X. XXVII. XXIX. XXXI. XXXIII.), *Avena flavescens* (B. R. No. I. V. IX.), *Briza media* (B. R. No. I. IV. VIII—XIII. XXXI. XXXIII.), *Hordeum vulgare* (B. R. No. I. IV. V. VIII—X.), *Melica ciliata* (B. R. No. I. II. IV. V. VIII. IX. XXVII. XXIX.), *Phleum Boehmeri* (B. R. No. I. II. IV. V. VIII. X.), *Phl. pratense* v. *nodosum* (B. R. No. I. IV. XIII.), *Dactylis glomerata* (B. R. No. XXIX. XXXI—XXXIII.), *Festuca pratensis* (B. R. No. XXVII. XXIX. XXXII. XXXIII.), *Setaria viridis* (B. R. No. XXXI.). Daraus geht also hervor, dass uns hier eine Form der *Puccinia graminis* vorliegt, welche *Agrostis alba* befällt, hingegen genannte Gräser meidet. Neben rostiger *Agrostis alba* wurde *Agrostis vulgaris* stets rostig beobachtet, letztere Grasart hat Eriksson in die fsp. *Agrostidis* eingereiht, so dass hier die Annahme sehr wahrscheinlich ist, dass die auf *Agrostis alba* vorkommende Form mit jener auf *Agrostis vulgaris* lebenden identisch ist.

11. *Puccinia graminis* auf *Triticum caninum* (B. R. No. XXVII —XXX).

Neben rostigem *Triticum caninum* standen pilzfrei: *Setaria viridis* (B. R. No. XXVIII), *Melica ciliata* (B. R. No. XXVIII—XXX.), *Festuca pratensis* (B. R. No. XXVII. XXIX), *Dactylis glomerata* (B. R. No. XXVIII—XXX), *Briza media* (B. R. No. XXVIII—XXX), *Brachypodium pinnatum* (B. R. No. XXVII—XXIX). Demnach kann man von diesen Gräsern annehmen, dass sie sich gegen die auf *Triticum caninum* lebende Form von *Puccinia graminis* immun verhalten. In den Eriksson'schen Versuchen wurde ebenfalls *Triticum caninum* verwendet uud die auf diesem Gras lebende *Puccinia* in die fsp. *Secalis* eingereiht. Da nun neben rostigem *Triticum caninum* stets *Secale cereale* rostig beobachtet worden ist (B. R. No. XVIII—XX.), so spricht dies für die Annahme, es handle sich hier um fsp. *Secalis* Eriksson, zumal auch obige Beobachtungen dieser Ansicht nicht widersprechen. Berücksichtigt man aber die bereits über *Secale cereale* und *Trit. glaucum* im Vorhergehenden unter No. 3 und 4 gemachten Bemerkungen, so erscheint es auch hier kaum denkbar, dass die Form auf *Triticum caninum* im vorliegenden Falle in die fsp. *Secalis* Eriksson einzureihen ist.

Aus allen Beobachtungen ergiebt sich nun Folgendes:

1) Von den Erikson'schen Rassen sind in unseren Beobachtungen mit einiger Wahrscheinlichkeit vertreten:

fsp. *Agrostidis* auf *Agrostis vulgaris.*
fsp. *Avenae* auf *Dactylis glomerata.*

2) Ausserdem sind noch *Puccinien* beobachtet auf folgenden Gräsern

auf: *Triticum caninum; Setaria viridis, Melica ciliata, Festuca pratensis, Dactylis glomerata, Briza media, Brachypodium pinnatum* nicht befallend;

auf: *Triticum glaucum; Phleum pratense* v. *nodosum, Phleum Boehmeri, Melica ciliata, Hordeum vulgare, Briza media, Brachypodium pinnatum. Avena flavescens* nicht befallend;

auf: *Secale cereale; Hordeum vulgare, Briza media, Festuca ovina, Festuca pilosa, Koeleria cristata* v. *gracilis, Phleum Boehmeri, Setaria viridis, Melica ciliata, Brachypodium pinnatum, Dactylis glomerata* nicht befallend;

auf: *Poa nemoralis; Phleum Boehmeri, Koeleria cristata* v. *gracilis, Hordeum vulgare, Festuca pilosa, Festuca pratensis, Festuca ovina, Briza media* nicht befallend;

auf: *Festuca pratensis; Hordeum vulgare, Melica ciliata, Phleum Boehmeri, Phleum pratense* v. *nodosum, Briza media, Brachypodium pinnatum, Avena flavescens* nicht befallend;

auf: *Apera Spica venti; Brachypodium pinnatum, Briza media, Hordeum vulgare, Melica ciliata, Phleum pratense* v. *nodosum, Phleum Boehmeri* nicht befallend;

auf: *Lasiagrostis Calamagrostis; Melica ciliata, Phleum pratense* v. *nodosum, Phleum Boehmeri, Brachypodium pinnatum, Hordeum vulgare, Briza media* nicht befallend;

auf: *Festuca ovina; Melica ciliata, Brachypodium pinnatum, Phleum Boehmeri, Avena flavescens, Briza media, Phleum pratense* v. *nodosum, Hordeum vulgare* nicht befallend;

auf: *Agrostis alba; Brachypodium pinnatum, Briza media, Avena flavescens, Phleum pratense* v. *nodosum, Hordeum vulgare, Melica ciliata, Phleum Boehmeri, Dactylis glomerata, Festuca pratensis, Setaria viridis* nicht befallend.

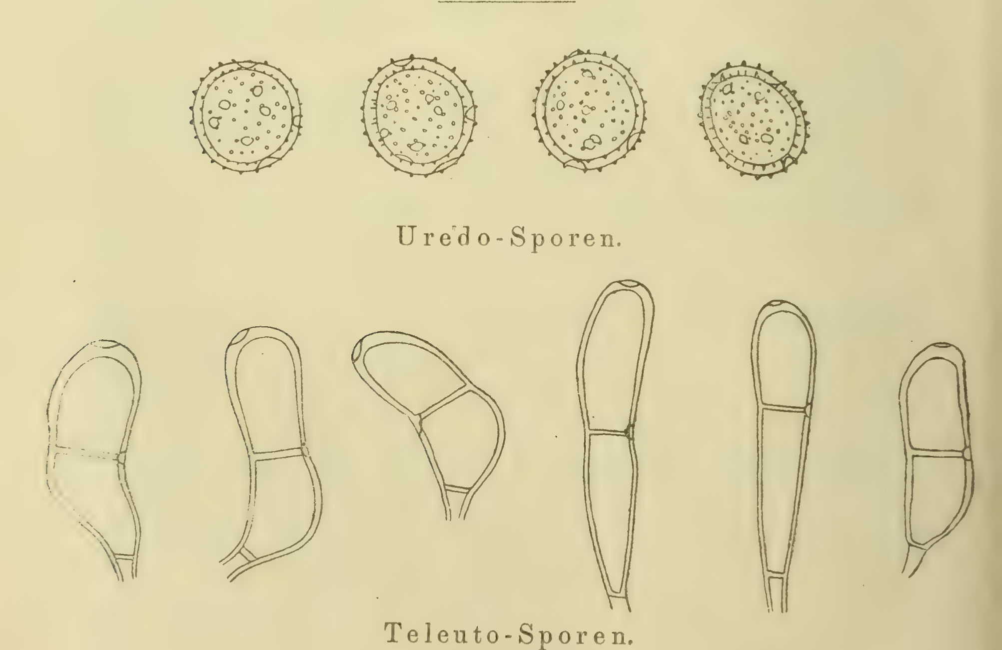
Diese Puccinien dürften wohl zum Theil neue formae speciales darstellen, doch werden erst die Infectionen mit Bestimmtheit ergeben können, ob diese Rassen nicht zum Theil miteinander identificirt werden müssen, und welches der Kreis ihrer Nährpflanzen ist.

3. *Brachypodium pinnatum, Briza media, Melica ciliata, Setaria viridis, Koeleria cristata* v. *gracilis* sind gegen sämmtliche obige Rassen immun; dürften daher vielleicht gar nicht von *Puccinia graminis* befallen werden.

Infectionsversuche auf *Berberis Thunbergii* D. C.

Im Anschluss an die oben erwähnten Experimente wurden noch Infectionsversuche auf *Berberis Thunbergii* D. C. gemacht, welche im Folgenden wiedergegeben seien:

Mit dem überwinterten Teleutosporenmaterial von *Triticum glaucum*, welches im November 1899 im Binnenthal gesammelt worden war, wurden am 26. April 1900 drei junge Topfpflanzen von *Berberis Thunbergii* äusserst reichlich belegt, desgleichen ein junges Exemplar *Berberis vulgaris*, welches als Controlpflanze dienen sollte. Bereits am 5. Mai zeigte *Berberis vulgaris* auf sämmtlichen Blättern äusserst zahlreiche Spermogoniengruppen und am 23. Mai reichlichste Aecidienbildung; dagegen zeigten alle drei *Berberis Thunbergii* während der ganzen Dauer des Versuches keine Spur von Spermogonien oder Aecidien. Es wurden dann noch am 5. Mai 1900 fünf weitere junge *Berberis Thunbergii* mit überwintertem Teleutosporenmaterial von *Triticum glaucum* auf das reichlichste belegt, ferner noch ein Exemplar *Berberis vulgaris* als Controlpflanze; doch auch hier zeigte sich der gleiche Erfolg wie oben: Denn während bei *Berberis vulgaris* am 15. Mai sämmtliche Blätter äusserst heftige Spermogonien-Infection aufwiesen und am 30. Mai überall reichliche Aecidienbildung zeigten, unterblieb bei den fünf *Berberis Thunbergii* jegliche Bildung von Spermogonien oder Aecidien. Dieses Resultat muss umsomehr auffallen, als es Plowrigth gelungen ist, mit *Puccinia graminis Mahonia* zu inficiren.



Uredo-Sporen.

Teleuto-Sporen.

Ueber die im Jahre 1900 in Baden gesammelten Lebermoose.

Von

Karl Müller

in Freiburg i. Brg.

Seit einigen Jahren habe ich je zu Ende eines jeden Jahres die Resultate der hepaticologischen Forschungen in Baden veröffentlicht und fahre hiermit in der Publication davon fort.

Auffallenderweise haben sich auch in diesem Jahre nochmals eine Anzahl von neuen Arten für das Gebiet ergeben, was ich nicht mehr erwartete. Fast alle neue Entdeckungen wurden wieder am Feldberge gemacht, so dass bis jetzt in diesem Gebiete 76⁰/₀ der badischen Lebermoose gefunden wurden. Ausser im Feldberggebiete und an verschiedenen Stellen im mittleren und nördlichen Schwarzwalde, habe ich dieses Jahr hauptsächlich Moose im Kreis Lörrach gesammelt, um etwas Systematik in die Durchforschung des badischen Landes zu bringen. Wenn es mir auch nicht vergönnt ist, bis zur Abfassung meiner Lebermoosflora von Baden das ganze Land so genau zu durchforschen, wie die Umgebung Freiburgs, so habe ich doch eine Grundlage gelegt für weitere Durchforschungen in Form meines „Herbarium Hepaticarum Badensium", wo ich für jede Standortsangabe ein Belegexemplar aufbewahre. Nach einer Zählung Ende dieses Monats umfasst diese Sammlung schon über 1100 Convoluten mit Moosen.

In nachfolgender Aufzählung sind verschiedene neue Arten angegeben, zu welchen ausführliche Diagnosen in dem Werke von Herrn Dr. Schiffner: „Hepaticae europeae exsiccatae" publicirt werden. Um diesem Autor nicht vorzugreifen, habe ich höchstens einige unterscheidende Merkmale kurz erwähnt.

Marchantiaceen.

1. Preissia commutata Nees. Auf Löss in Hohlwegen bei Malterdingen (unweit Riegel) ca. 200 m (III. 00, Herzog)!

2. Fegatella conica Corda. An Felsen in der Höhle beim „Badloch" am Badberg im Kaiserstuhl (19. III. 00, C. M.). An Felsen im Wehrathale (9. IV. 00, C. M.). An Felsen im Albthale zwischen Tiefenstein und St. Blasien (10. IV. 00, C. M.). Auf Erde im Walde am Südufer des Feldsees (23. IX. 00, C. M).

3. Marchantia polymorpha L. Am Strassengraben zwischen Oberschaffhausen und Vogtsburg im Kaiserstuhl (19 III. 00, C. M.). Auf feuchten Stellen im Albthale bei der Teufelsmühle (10. IV. 00, C. M.). An Steinen im Bache unterhalb des Gasthauses zur Sirnitz (8. IX. 00, C. M.).

Jungermanniaceen.

4. Aneura pinguis Dum. An Granitfelsen im südlichen Murgthale an mehreren Stellen (10. IV. 00, C. M.).

5. Metzgeria furcata Ldbg. An Laubholz unterhalb Tiefenstein im Albthale (10. IV. 00. C. M.). An Laubholz im Wehrathale unterhalb Todtmoos-Au (9. IV. 00, C. M.). An Felsen im Wehrathale (9. IV. 00, C. M.). An Tannen im Glotterthal (16. IV. 00, C. M.).

6. M. conjugata Ldbg. An Felsen im Wehrathale unterhalb Todtmoos-Au (9. IV. 00, C. M.). An Felsen im Wehrathale (9. IV. 00 C. M.).

7. M. pubescens Raddi. An feuchten Felsen bei Posthalde im Höllenthale, 700 m (31. XII. 1899, Th. Herzog). An Felsen zwischen Kaltenbrunnen, Hütte und Ettersbach, am Kandel (4. IX. 00, Th. Herzog.).

8. Pellia epiphylla Dill. Auf feuchten Plätzen neben der Strasse im oberen Glotterthal c. fr. (16. IV. 00, C. M.).

9. P. calycina Tayl. Mit Früchten auf erdbedeckten, feuchten Felsen im Wehrathale (9. IV. 00, C. M.). Auf Waldwegen bei Heiligenberg am Bodensee (30. VIII. 00, C. M.).

10. Blasia pusilla L. Mit Früchten neben der Wehrathalstrasse oberhalb Wildenstein (9. IV. 00, C. M.). Auf lehmigem Boden am Hörnleberg bei Waldkirch (2. VIII. 00, C. M.). Auf lehmiger Erde neben der alten Strasse von der Sirnitz nach Schweighof (8. IX. 00, C. M.). Auf lehmigem Boden am Waldwege vom Rebhaus bei Freiburg nach Horben (8. IX. 00, C. M.). Im Walde zwischen Günterstal und Freiburg (8. XII. 00, C. M.). An einer Wegböschung in einem Dobel von Au nach dem Kreutzkopf bei Freiburg (8. XII. 00, C. M.).

11. Gymnomitrium concinnatum Corda. An Felsen im Zastlerloch am Feldberge ca. 1100 m (7. X. 00, C. M.).

12. Sarcoscyphus Ehrhartii Corda. An Felsen an dem Fussweg vom Todtnauberger Wasserfalle nach Todtnau (7. IV. 00, C. M.). An Felsen im Albthale zwischen Tiefenstein und St. Blasien (10. IV. 00, C. M.). An Felsen im Wehrathale (9. IV. 00, C. M.). An Sandsteinfelsen in einem Dobel von der Zuflucht gegen Ober-Thal (3. VIII. 00, C. M.). An Felsen am Triberger Wasserfalle (2. VIII. 00, C. M.).

13. **Sarcoscyphus badensis** Schffn. n. sp. Sterile Pflanze von Gymnomitrium alpinum kaum zu unterscheiden. Die fruchtende Pflanze trägt aber ein Perianth, ist damit also ein Sarcoscyphus. Diese Art habe ich zuerst („Uebers. d. bad. Leberm." p. 4) als Sarcoscyphus alpinus publicirt, dann („Moosfl. d. Feldberggeb." p. 20 und „Bericht der im Jahre 1899 gesam. Leberm." p. 4) behandelte ich sie als fragliche neue Species und zu Ende dieses Jahres hat dann Herr Prof. Schiffner der Pflanze einen Namen gegeben und sie damit endgültig als Art anerkannt. Die beiden badischen Standorte (Seebuck und

Zastlerwand) sind bis jetzt die einzig bekannten. Nach ihnen zu schliessen ist die Pflanze gleich wie Gymnomitrium alpinum ein Hochgebirgsmoos.

14. Alicularia scalaris Corda. Auf Erde neben der Strasse im südlichen Murgthale (10. IV. 00, C. M.). Auf Erde im Albthale (südl. Schwarzw.) (10. IV. 00, C. M.). Auf Erde am Wege vom Rohrhardsberg nach Schonach (2. VIII. 00, C. M.). Auf lehmigem Boden an der Waldstrasse vom Rebhaus bei Freiburg nach Horben (8. XI. 00, C. M.).

15. Jungermannia crenulata Sm. Auf Erde neben der Strasse in einem Thale von Au nach der Luisenhöhe bei Freiburg (3. II. 00, C. M.).

16. Jg. obovata Nees. Neben dem Bächlein, das vom Baldenwegerbuck (Feldberg) nach dem Rinken fliesst, in 7 cm tiefen Rasen (15. VII. 00, C. M.). An Felsen im Walde am Südufer des Feldsees (23. IX. 00, C. M.).

17. Jg. hyalina Lyell. Mit Blasia auf Erde neben der Wehrathalstrasse oberhalb Wildenstein c. f. (9. IV. 00, C. M.).

18. Jg. sphaerocarpa Hook. Zwischen Moosbrunn und Bernstein c. fr. cop. (22. IV. 00, Migula).

19. Jg. lanceolata L. Auf Felsen der Zastlerwand unterhalb der Zastlerhütte ca. 1100 m („Barhalde“) (24. VI. 00, C. M.).

20. Jg. autumnalis DeCand. An Felsen im Albthale unterhalb Tiefenstein (10. IV. 00, C. M.). An Felsblöcken im oberen Glotterthal (16. IV. 00, C. M.).

21. Jg. exsecta Schm. Auf faulem Holze neben dem Hebelweg im obersten Wiesenthal am Feldberge (22. IV. 00, C. M.). Auf faulem Holze am Südufer des Feldsees c. per. (23. IX. 00, C. M.).

22. Jg. minuta Crantz. An Felsen oberhalb Todtmoos-Au zwischen Wehra- und Murgthale (9. IV. 00, C. M.). An Felsen an der alten Strasse von der Sirnitz nach Schweighof (8. IX. 00, C. M.). An Felsen am Südufer des Feldsees c. per. (23. IX. 00, C. M.).

23. Jg. turbinata Raddi. Auf Löss an Hohlwegen im Kaiserstuhl bei Kiechlinsbergen und bei Burkheim (19. III. 00, C. M.).

24. Jg. Hornschuchiana Nees. Auf feuchten Erdstellen im Zastlerloch unterhalb der Zastlerhütte ca. 1100 m (24. VI. 00, C. M.) c. fruct.

25. Jg. alpestris Schleich. An Felsen im Albthale zwischen Tiefenstein und St. Blasien (10. IV. 00, C. M.). An Felsen neben der Strasse im obersten Theile des Glotterthales (16. IV. 00, C. M.). An Felsen am Wege vom Wiedener-Eck nach der Krinne (8. IX. 00, C. M.). An Felsen an dem Fussweg von der Krinne nach dem Belchenhaus bei ca. 1380 m. Interessante Form! (8. IX. 00, C. M.)

26. Jg. ventricosa Dicks. Auf Erde zwischen Wehra- und Murgthale oberhalb Todtmoos-Au (9. IV. 00, C. M.). Auf Erde unterhalb Todtmoos-Au im Wehrathale (9. IV. 00, C. M.). Auf Erde am Wege vom Rohrhardsberg nach Schönach (2. VIII. 00, C. M.). Auf faulem Holze am Triberger Wasserfalle (2. VIII. 00, C. M.) mit Jungerm. exsecta und Blepharostoma trichophyllum.

27. Jg. incisa Schrad. In den Bergen oberhalb Malsch (22. IV. 00, Migula)! Auf faulem, erdüberdecktem Holze am Wege von der Zuflucht nach dem Rothen Schliff (4. VIII. 00, C. M.). Auf Erde über Wurzeln am Wege vom Wiedener-Eck nach der Krinne (8. IX. 00, C. M.). Auf faulem Holze am Südufer des Feldsees (23. IX. 00, C. M.). Faules Holz im Zastlerloch am Feldberge ca. 1100 m (7. X. 00, C. M.).

28. Jg. barbata Schieb. An Felsen im Albthale zwischen Tiefenstein und Immeneich (20. IV. 00, C. M.). Im Wehrathale mit Lophocolea bidentata an Felsen (9. IV. 00, C. M.). An Felsblöcken im oberen Glotterthal (16. IV. 00, C. M.). Auf Erde am Wege vom Feldberg nach Menzenschwand im Walde (22. VII. 00, C. M.).

29. Jg. quinquedentata Huds. An Felsen im südlichen Murgthale (10. IV. 00, C. M.). An Felsen im Albthale zwischen Tiefenstein und St. Blasien (10. IV. 00, C. M.) c. perianth! An Felsen im Wehrathale an mehreren Stellen (9. IV. 00, C. M.). An Felsblöcken im oberen Glotterthale (16. IV. 00, C. M.). An Steinen im Zastlerloch am Feldberge ca. 1100 m c. per. (7. X. 00, C. M.).

30. Jg. Floerkei W. et M. An Felsen im Zastlerloch unterhalb der Zastlerhütte ca. 1100 m (29. VI. 00, C. M.).

31. Leioscyphus Taylori Mitten. In tiefen rothbraunen Polstern an einer Felswand zwischen Schmaleck und Feldbergthurm am Abhange nach dem Zastlerloch (7. X. 00, C. M.).

32. Plagiochila asplenioides Dum. Auf Waldboden im Hessenthal am Badberg im Kaiserstuhl (19. III. 00, C. M.). An Steinen im oberen Theile des südlichen Murgthales (10. IV. 00, C. M.). Auf Erde zwischen Hasel und Wehrathal (9. IV. 00, C. M.). An Felsen im Albthale (10. IV. 00, C. M.). Auf Erde im Wehrathale (9. IV. 00, C. M.). Im Kaiserstuhl zwischen Todenkopf und Lilienthal in einem Hohlwege c. fr. (27. V. 00, C. M.). An Felsen am Triberger Wasserfalle (2. VIII. 00, C. M.). Am Weg vom Rohrhardsberg nach Schonach (2. VIII. 00, C. M.). Auf grasigen Stellen am Waldrande bei Heiligenberg (30. VIII. 00, C. M.). An Felsen am Wege vom Belchen nach dem Heubronner Eck (8. IX. 00, C. M.) c. per. et fr. An Steinen im Zastlerloch am Feldberge ca. 1100 m (7. X. 00, C. M.).

33. Pedinophyllum interruptum Ldbg. An Nagelfluhfelsen am Heiligenberg am Bodensee (30. VIII. 00, C. M.).

34. Lophocolea bidentata Nees. Am Strassengraben zwischen Oberschaffhausen und Vogtsberg im Kaiserstuhl (19. III. 00, C. M.). Auf grasigen Stellen im Wehrathale (9. IV. 00, C. M.). Auf Erde an einem Fussweg von Hochsal nach Schachen bei der südl. Alb (10. IV. 00, C. M.). Mit Jungermannia barbata an Felsen im Wehrathale (9. IV. 00, C. M.).

35. L. heterophylla Nees. Auf Erde im südlichen Murgthale (10. IV. 00, C. M.). Auf morschem Holze oberh. Todtmoos-Au zwischen Wehra- und Murgthal (9. IV. 00, C. M.). Auf faulem Holze zwischen Hasel und Wehrathal (9. IV. 00, C. M.). Auf faulem Holze am Wege vom Wiedener-Eck nach der Krinne (8. IX. 00, C. M.).

36. Chiloscyphus polyanthus Corda var. rivularis Nees. An nassen Felsen im südl. Murgthale (10. IV. 00, C. M.). An nassen

Felsen im Wehrathale (9. IV. 00, C. M.). An Steinen in einem Bächlein unterhalb der Sirnitz (8. IX. 00, C. M.).

37. Cephalozia bicuspidata Dum. Auf Erde in einem Dobel von Au nach dem Kreuzkopf bei Freiburg (8. XII. 00, C. M.).

Anmerkung: Ich bin z. Zt. noch nicht in der Lage, über die gefundenen Cephalozien zu berichten, da diese Gattung dem sicheren Bestimmen solche Schwierigkeiten bereitet, dass man erst nach langem, eingehenden Studium sich darin zurecht finden kann. Zu solchen Studien habe ich aber jetzt keine Zeit, wo mich die Monographie der Gattung Scapania ganz in Anspruch nimmt.

38. Odontoschisma denudatum Dum Auf faulem Baumstrunke am Südufer des Feldsees (23. IX. 00, C. M).

39. Calypogeia trichomanis Corda. Im Walde beim Hermersberg bei Petersthal (3. VIII. 00, C. M.). Auf faulem Holze im Zastlerloch am Feldberge ca. 1100 m (7. X. 00, C. M.). Auf feuchter Erde am Fusswege von Alpersbach nach der Lochrütte (Feldberg) (25. XI. 00, C. M.).

var. **Neesiana** C. Massalongo. Neu für Baden! Auf Waldboden im Napf (hinterstes St. Wilhelmerthal) am Feldberge (1. Nov. 1897 und 15. Mai 1898 C. M.).

40. **Calypogeia Mülleriana** Schffn. n. sp. Zellen nur halb so gross als bei voriger Art (nur 25 μ). Unterblätter sehr breit. — Auf Erde neben dem Hebelweg im obersten Wiesenthale (22. IV. 00, C. M.). Auf Sandboden am Wege von der Zuflucht nach dem Rothen Schliff (4. VIII. 00, C. M.). Auf Waldboden bei Herrenvies (29. VIII. 1899, C. M.).

var. **erecta** C. Müller. Diese Variation fand ich auf dem Feldberge im Jahre 1898, während ich den Typus der Calypogeia Mülleriana erst dieses Jahr auffand, nachdem mich Herr Schiffner darauf aufmerksam gemacht hat, dass meine var. erecta wahrscheinlich eine Form einer neuen Art sei. Diese Variation besitzt Herr Schiffner auch aus dem Gesenke im Riesengebirge. Die typische Pflanze liegt mir auch in einem Exemplare aus Italien vor.*) Soweit die bisherigen Funde urtheilen lassen, ist die Pflanze über ganz Mitteleuropa verbreitet, kommt hauptsächlich auf Erde und Felsen vor (jedoch wie Calyp. trichomanis auch auf anderer Unterlage) und scheint höhere Lagen zu bevorzugen. In den Vogesen fand ich in einem Sumpfe nicht weit von der Schlucht eine Calypogeia, die habituell sehr mit der var. erecta übereinstimmt, aber die charakteristisch grossen (50 μ) Zellen der Calyp. trichomanis zeigt, sich also sehr leicht als Form dieser letzteren Art erkennen lässt.

41. Mastigobryum trilobatum Nees. Auf Waldboden oberhalb Todtmoos-Au zwischen Wehra- und Murgthal (9. IV. 00, C. M.). An faulen Baumstrünken am Wege vom Rohrhardsberg nach dem Wirths-

*) Sui legni morti nel bosco del „Cansiglio" prov. Treviso. autumno 1877 leg. *C. Spegazzini* com. *C. Massalongo.*

hause (2. VIII. 00, C. M.). An Sandsteinfelsen im Walde beim Hermersberg bei Petersthal (3. VIII. 00, C. M.). Auf Waldboden an dem Wege von der Zuflucht nach dem Rothen Schliff (4. VIII. 00, C. M). An Felsen an der alten Strasse von der Sirnitz nach Schweighof (8. IX. 00, C. M.).

42. M. deflexum Nees. An Gneisfelsen im oberen Glotterthal (16. IV. 00, C. M.). An Felsen am Triberger Wasserfall (2. VIII. 00, C. M.). An Felsen im Walde beim Hermersberg bei Petersthal (3. VIII. 00, C. M.). An Felsen an der alten Strasse von der Sirnitz nach Schweighof (8. IX. 00, C. M.).

43. Lepidozia trichoclados C. Müller. Reichlich in tiefen Polstern mit jungen Früchten an einer Felswand zwischen Schmaleck und Feldbergthurm an dem Abhang gegen das Zastlerloch (7. X. 00, C. M.).

44. L. reptans Nees. Auf Erde und morschem Holze im Wehrathale (10. IV. 00, C. M.). Zwischen Moosbrunn und Bernstein (22. IV. 00, Migula). Auf faulem Holze am Triberger Wasserfalle (2. VIII. 00, C. M.). Auf faulem Holze am Hörnleberg bei Waldkirch (2. VIII. 00, C. M.). Auf Erde neben dem Wege von der Zuflucht nach dem Rothen Schliff (4. VIII. 00, C. M.). An Felsen neben der alten Strasse von der Sirnitz nach Schweighof (8. IX. 00, C. M.).

45. Blepharostoma trichophyllum Dum. An Felsen im Wehrathale (9. IV. 00, C. M.). Auf faulem Holze im Wehrathale unterhalb Todtmoos-Au (9. IV. 00, C. M.). An Felsen und auf faulem Holze im obersten Wiesenthale neben dem Hebelwege (22. IV. 00, C. M.). An Felsen am Wege vom Wiedener-Eck nach der Krinne (8. IX. 00, C. M.). An Felsen im Walde am Südufer des Feldsees (23. IX. 00, C. M.).

46. Ptilidium ciliare Hampe. Auf Erde am Wege vom Feldberg nach Menzenschwand, im Walde (22. VII. 00, C. M.).

47. Pt. pulcherrimum Hampe. Am Fusse von Tannen beim Trubelsmattkopf zwischen Schauinsland und Belchen (7. IV. 00, C. M.). An Tannenwurzeln oberhalb Todtmoos-Au zwischen Wehra- und Murgthal (9. IV. 00, C. M.). An Tannen neben dem Hebelweg im obersten Wiesenthale (22. IV. 00, C. M). Auf morschem Holze am Kniebis (3. VIII. 00, C. M.). An Tannen am Wege vom Wiedener-Eck nach der Krinne am Belchen (8. IX. 00, C. M.).

48. Trichocolea tomentella Nees. Auf Waldwiesen bei Schramberg (Frühjahr 1900, Vayhinger). Auf Sumpfwiesen im oberen Glotterthale (16. IV. 00, C. M.). Auf Waldboden neben der alten Strasse von der Sirnitz nach Schweighof (8. IX. 00, C. M.).

49. Diplophyllum obtusifolium Dum. Auf Erde im südlichen Albthale c. per. (10. IV. 00, C. M.). Auf Erde neben dem Hebelweg auf der Südseite des Feldberges (22. IV. 00, C. M.) c. per.

50. D. albicans Dum. Auf Erde an der Murgthalstrasse unterhalb Herrischried (10. IV. 00, C. M.). Auf Erde an dem Fusswege vom Todtnauberger Wasserfalle nach Todtnau (7. IV. 00, C. M.). Auf Erde oberhalb Todtmoos-Au zwischen Wehra- und Murgthal (9. IV. 00, C. M.). An Felsen und auf Erde im Wehrathale (9. IV. 00, C. M.). An erdbedeckten Felsen neben dem Hebelwege im obersten Wiesenthale (22. IV. 00, C. M.). Zwischen Moosbrunn und Bernstein ♂ et c. fr. (22. IV. 00,

Migula)! Am Wege vom Rohrhardsberge nach dem Wirthshaus (2. VIII. 00, C. M.). An Felsen am Triberger Wasserfalle (2. VIII. 00, C. M.). An Sandsteinblöcken im Walde oberhalb Griesbach (3. VIII. 00, C. M.). An Sandstein am Wege von der Zuflucht nach dem Rothen Schliff (4. VIII. 00, C. M.). Auf Erde am Wege vom Feldberge nach Meuzenschwand (22. VII. 00, C. M.). An Felsen im Walde beim Hermersberg bei Petersthal (3. VIII. 00, C. M.). Auf Erde und an Felsen an der alten Strasse von der Sirnitz nach Schweighof (8. IX. 00, C. M.). In einem Dobel von Au nach dem Kreuzkopf bei Freiburg ca. 400 m (8. XII, 00, C. M.).

51. Scapania umbrosa Schrad. Auf faulem Holze am Wege vom Feldberg nach Menzenschwand, im Walde (22. VII. 00, C. M.). Zwischen Rohrhardsberg und Schonach auf faulem Holze (2. VIII. 00, C. M.). Auf faulem Holze am Wege vom Wiedener-Eck nach der Krinne am Belchen, mit Lepidozia reptans (8. IX. 00, C. M.). Auf faulem Holze am Südufer des Feldsees (23. IX. 00, C. M.). Auf faulem Holze im Zastlerloch am Feldberge ca. 1100 m (7. X. 00, C. M.).

52. Sc. curta Dum. Auf Erde über Felsen im Albthale zwischen Tiefenstein und Immeneich (10. IV. 00, C. M.).

var. rosacea (Dum.). Auf Lehmboden neben der Strasse in einem Thale von Au nach der Luisenhöhe bei Freiburg (3. II. 00, C. M.).

Anmerkung: Die Scapania curta und rosacea lassen sich nicht gut als zwei Arten auffassen, weil die unterscheidenden Merkmale zu unconstant sind. Bei der Bearbeitung der Scapanien fand ich diese Gruppe (Scap. curta-rosacea-geniculata-affinis-irrigna-fallax etc.) am schwierigsten, weil mehrere Arten aufgestellt waren, die sicher nur Formen von schon bekannten Pflanzen sind.

53. **Scap. helvetica** Gottsche. Neu für Baden! An feuchten Erdstellen und an Steinen und Felsen im Zastlerloch am Feldberge, unterhalb der Zastlerhütte ca. 1100 m (24. VI. 00, C. M.). An mehreren Stellen (7. X. 00, C. M.).

Zum ersten Male für Deutschland fand ich diese Art in den Vogesen im August dieses Jahres mit ausgetretenen Früchten. Die Pflanze, welche ich in der „Zusammenstellung der Lebermoose aus Elsass-Lothringen“ p. 39 anführte, habe ich später in „Bemerkungen zur Gattung Scapania“ p. 4 var. Breidleriana n. var. benannt. Als ich an der gleichen Stelle auch die typische Scap. helvetica dieses Jahr auffand, hatte ich genügendes Material, um diese Art und Scap. irrigua (der die var. Breidleriana, wie ich schon damals bemerkte, sehr nahe steht) zu studiren und die Umgrenzung des Artbegriffes festzustellen. Danach ziehe ich die var. Breidleriana zu Scap. irrigua und zwar nur als Form. Mit dieser Art stimmt die Grösse der Pflanze, die Gestalt des Oberlappens und die Textur der Zellen gut überein. Für Scap. helvetica bleiben dann nur noch Pflanzen übrig, die vom Originale kaum abweichen und die zu Scap. curta viel grössere Beziehungen zeigen, als zu Scap. irrigua. Die Annäherung beider Arten: Scap. curta und Scap. helvetica kann so

gross werden, dass das sichere Erkennen grosse Schwierigkeiten bereiten kann. Für Scap. helvetica fand ich constant: die im trockenen Zustande gekräuselten Blattoberlappen, die an der Spitze der Pflanze stets abgerundeten Blattlappen (bei Scap. curta fast stets zugespitzt) und die hohe Lage der Fundorte.

54. Sc. irrigua Dum. Auf dem Wege vom Holzplatz oberhalb der Klause im Zastler nach dem Zastlerloch, auf Grasboden, linke Bachseite (7. X. 00, C. M.).

55. Sc. uliginosa Sw. Von Herzog wohl an der schon bekannten Stelle an der Zastlerwand gesammelt (IX. 00)!

56. Sc. undulata Dum. In einem Bächlein neben dem Hebelweg im obersten Wiesenthal (20. IV. 00, C. M.). Auf Erde und Steinen an einem Bächlein vom Seebuck nach dem Feldsee, beim Felsenweg (22. VII. 00, C. M.). Auf Sandstein an einer Quelle an der Kniebisstrasse (Kniebis-Griesbach) (3. VIII. 00, C. M.). An Granit an einem Bächlein am Wege vom Rohrhardsberg nach dem Wirthshause (2. VIII. 00, C. M.). An Steinen in einem Bächlein an der Ostseite der Zastlerwand bei ca. 1450 m (7. X. 00, C. M.).

var. **paludosa** C. Müller nov. var. Synonym: Scap. undulata var. aequataeformis De Not. ex parte? Scap. undulata M. et N. A. δ) aequata Nees. Naturgesch. ex parte?

Pflanze gelbgrün oder saftgrün. Stengel locker beblättert. Blätter sehr schlaff, am Stengel herablaufend. Oberlappen nierenförmig. Unterlappen fast kreisrund, am Rande spärlich gezähnelt. Cuticula warzig rauh. Commissur halbkreisförmig gebogen. An Sumpfstellen im höheren Gebirge.

Aus Baden kenne ich diese Variation von folgenden Standorten: In Sumpflöchern auf der Höhe des Feldberges ca. 1350 m (27. III. 98, C. M.). An Sumpfstellen bei der „Glockenführe“ am Herzogenhorn (10. VII. 98, C. M.). Auf Sumpfwiesen bei der Baldenweger Viehhütte am Feldberge ca. 1325 m (9. VI. 00, C. M.). In Sumpflöchern auf der Ostseite des Baldenwegerbuck (Mittelbuck) am Abhange nach dem Felsenweg (Feldberg) (7. X. 00, C. M.). Ich kenne diese var. auch von zwei Standorten am Hohneck in den Vogesen (Originalstandort), wo ich sie dieses Jahr sehr reichlich sammelte.

Anmerkung: Zwischen Scapania undulata und dentata finden sich verschiedene Uebergänge, so dass beide Arten lange Zeit nicht genau geschieden wurden. Einen solchen Uebergang bildet auch die var. paludosa, die ich früher als var. der Scap. dentata ansah, die aber weit besser in den Formenkreis der Scap. undulata passt, trotz der spärlich gezähnten Blätter. — In der Umgrenzung von Scap. dentata Dum. und Scap. undulata Dum. weiche ich von der bisherigen Ansicht etwas ab, weil ich die Nees'sche Form A. δ) aequata nicht, wie bisher geschah, zu Scap. dentata stelle, sondern zu Scap. undulata ziehe, wohin sie besser passt.

57. Sc. dentata Dum. Auf Sandstein in einem Dobel von der Zuflucht nach Ober-Thal (3. VIII. 00, C. M.). An Steinen in einem Bächlein am Wege vom Wiedener-Eck nach der Kriune am Belchen (8. IX. 00, C. M.). An Felsen am Wege vom Belchen nach dem Heubronner-Eck (8. IX. 00, C. M.). Verschiedene Formen an Steinen im Zastlerloch am Feldberge ca. 1100 m (7. X. 00, C. M.).

58. Sc. subalpina Nees. Auf dem Feldberge am Abhange des Baldenwegerbuck (Mittelbuck) nach dem Felsenweg, neben einem Bächlein, spärlich (7. X. 00, C. M.).

59. Sc. nemorosa Dum. An Felsen in einem Thale von Langackern nach Au bei Freiburg (3. II. 00, C. M.). An Granitfelsen im südlichen Murgthale (10. IV. 00, C. M.). An Felsen im Albthale oberhalb Tiefenstein (10. IV. 00, C. M.). An Granitfelsen im Wehrathal (9. IV. 00, C. M.). An Granit zwischen Hasel und Wehrathal (9. IV. 00, C. M.). An Gneisfelsen im oberen Theil des Glotterthales (16. IV. 00, C. M.). An Felsen neben dem Hebelweg im oberen Wiesenthale (22. IV. 00, C. M.). In den Bergen oberhalb Malsch am Weg nach Freiolsheim c. fr. (22. IV. 00, Migula)! Am Wege nach dem Hörnleberg bei Waldkirch (2. VIII. 00, C. M.). An Felsen am Wege vom Rohrhardsberg nach dem Wirthshause (2. VIII. 00, C. M.). An Sandsteinblöcken am Wege von der Zuflucht nach dem Rothen Schliff (4. VIII. 00, C. M.). An Felsen im Walde beim Hermersberg bei Petersthal (3. VIII. 00, C. M.). An Felsen neben der alten Strasse von der Sirnitz nach Schweighof (8. IX 00, C. M.). Auf lehmigem Boden an der Waldstrasse vom Rebhaus bei Freiburg nach Horben (8. IX. 00, C. M.). An Felsen neben dem Bache unterhalb der Sirnitz (8. IX. 00, C. M.). An Steinen im Zastlerloch am Feldberge ca. 1100 m (7. X. 00, C. M.). Mit Gemmen auf Erde in einem Dobel von Au nach dem Kreuzkopf bei Freiburg ca. 400 m (8. XII. 00, C. M.).

60. Radula complanata Dum. An Laubholz neben der Strasse oberhalb Vogtsburg im Kaiserstuhl (19. III. 00, C. M.). An Buchen im Walde zwischen Hasel und Wehrathal (9. IV. 00, C. M.). An Laubholz im Wehrathale unterhalb Todtmoos-Au (9. IV. 00, C. M.).

61. R. Lindbergiana Gottsche. An Gneisfelsen am Fusswege vom Todtnauberger Wasserfall nach dem Pavillon oberhalb Todtnau, steril ♀ (22. IV. 00, C. M.). An Granitfelsen im obersten Wiesenthale am Feldberge, neben dem Hebelwege mit Früchten und ♂ (22. IV. 00, C. M.).

62. Madotheca laevigata Dum. An Kalkfelsen zwischen Beuron und Petershöhle im Donauthale (16. IX. 00, Herzog)!

63. M. platyphylla Dum. Steril und c. fr. an Steinen und auf Baumwurzeln am Wege von Hasel in's Wehrathal an vielen Stellen (9. IV. 00, C. M.). An einer Mauer im oberen Glotterthale (16. IV. 00, C. M.). An Felsen im Wehrathale (9. IV. 00, C. M.). An einem Nussbaum im unteren Glotterthale (16. IV. 00, C. M.). Im Kaiserstuhl in einem Hohlwege zwischen Todtenkopf und Lilienthal (27. V. 00, C. M.). An Buchen im Zastlerloch am Feldberge, unterhalb der Zastlerhütte ca. 1100 m (14. VI. 00, C. M.).

var. squarrosa Nees. Auf Erde am Wege von Hasel nach dem Wehrathale (9. IV. 00, C. M.).

var. subsquarrosa Schffn. An Laubholz zwischen Schönberg und Kirchhofen (18. X. 99, C. M.). An Buchen im Walde Himmelreich bei Salem (21. VIII. 00, C. M.). Im Hessenthal beim Badberg auf Walderde (27. V. 00, C. M).

64. **Madotheca Baueri** Schffn. n. sp. An Baumwurzeln im Mooswald bei Freiburg bei den „Schanzen" ca. 300 m (21. II. 00, C. M.). Auf Waldboden und an Baumwurzeln im Hessenthal beim Badberge im Kaiserstuhl ca. 300 m (19. III. 00, C. M.), Originalstandort! Auf Erde neben einem Waldwege von Hasel in's Wehrathal auf Kalkunterlage (9. IV. 00, C. M.). An Steinen auf dem Schönberg bei Freiburg (9. VII. 1899, C. M.). Auf Waldboden (Kalk) am Schönberg bei Freiburg ca. 600 m. Sehr schön (XII. 1895, Herzog)! Oberhalb der Station Hirschsprung an einem Ahorn am Wege nach dem Feldberge (11. VIII. 00, C. M.).

Anmerkung: Diese Art wurde lange unter dem Namen Madotheca Thuia publicirt. Nun hat Herr Prof. Dr. Schiffner nachgewiesen, dass M. Thuia aber eine ganz andere, westeuropäische Art ist. Deshalb musste unsere Pflanze einen neuen Namen bekommen. Diese M. Baueri habe ich für die „Hep. europ. exsicc." aus dem Kaiserstuhl und aus der Rhön (leg. Goldschmidt) eingesandt. Sie unterscheidet sich schon im Habitus von der M. platyphylla und hat 35 μ diam. messende Blattzellen (bei M. platyphylla höchstens bis 30 μ diam.), die Unterblätter sind ferner kaum breiter als die Blattöhrchen.

65. Lejeunea ulicina Tayl. An Tannen am Wege auf den Hörnleberg bei Waldkirch (2. VIII. 00, C. M.). Auf Metzgeria furcata an Tannen im Walde beim Rebhaus bei Freiburg (8. IX. 00, C. M.).

66. L. serpyllifolia Lib. An Granitfelsen im Wehrathale (9. IV. 00, C. M.). Mit Aneura pingnis im südlichen Murgthale an Felsen (10. IV. 00, C. M.). Auf erdbedeckten Felsen neben dem Hebelweg im obersten Wiesenthale (22. IV. 00, C. M.).

67. Frullania dilatata Dum. Schanzen am Mooswald an Laubholz (21. II, 00, C. M.). An Laubholz am Wege von Hasel in's Wehrathal (9. IV. 00, C. M.). An Felsen im südlichen Murgthale (10. IV. 00, C. M.). An Felsen im Albthale zwischen Tiefenstein und Immeneich (10. IV. 00, C. M.). An Laubholz und an Felsen im Glotterthal (16. IV. 00, C. M.). An Buchen am Hörnleberg bei Waldkirch (2. VIII. 00, C. M.). An Buchen bei Petersthal (3. VIII. 00, C. M.).

68. F. fragilifolia Tayl. Spärlich an Bäumen (Laubholz) im Mooswald bei Freiburg hinter den „Schanzen" ca. 300 m (21. II. 00, C. M.).

69. F. tamarisci Dum. An Laubholz im Mooswalde bei Freiburg bei den „Schanzen" ca. 300 m (21. II. 00, C. M.). An Felsen im südlichen Murgthale (10. IV. 00, C. M.). An Felsen im Albthale unter-

halb Tiefenstein (10. IV. 00, C. M.). An Felsen im Wehrathale (9. IV. 00, C. M.). An Felsen im Glotterthale (16. IV. 00, C. M.). An Felsen neben der alten Strasse von der Sirnitz nach Schweighof (8. IX. 00, C. M.). An Steinen im Zastlerloch ca. 1100 m (7. X. 00, C. M.). An Felsen in einem Walddobel hinter dem Friedrichshof im Bohrer bei Freiburg (25. XI. 00, C. M.).

Freiburg i. Br., Weihnachten 1900.

Berichtigung

zu der Arbeit: **Laubert,** Anatomische und morphologische Studien am Bastard *Laburnum Adami* Poir. (Beihefte. Bd. X. p. 144—165.)

Referate über die auf p. 147, Anmerkung, angeführte Beijerinck'sche Publikation in Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Bd. XI, und Botanisches Centralblatt, Bd. LXXXV, p. 333—335.

p. 149, Zeile 6 von oben statt „0,048" lies „0,078".
p. 152, Zeile 7 von unten statt „freien" lies „feinen".
p. 153, Zeile 24 von oben statt „Karatenchym" lies „Keratenchym".
p. 155, Zeile 12 von unten statt „englumiger" lies „englumige".
p. 156, Zeile 23 von oben statt „den" lies „dem".
p. 156, Zeile 15 von unten statt „Gewerbe" lies „Gewebe".
p. 158, Zeile 22 von oben das Wort „auch" ist fortzulassen.
p. 165, Zeile 11 von unten vor *Laburnum* ist „den" einzuschalten.

Ueber die Blattentfaltung bei dicotylen Holzgewächsen.

Von

Gustav Hinze

in Kiel.

Mit 1 Doppeltafel.

Während wir eine reichhaltige und ausführliche Litteratur über die Anlage des Blattes am Vegetationspunkt bis zur Stellung in der fertig ausgebildeten Knospe besitzen, sind die Angaben über die Weiterentwickelung aus den Knospen bis zur endgültigen Lage des Blattes nur spärlich und zerstreut vorhanden. So fand ich bei Rossmässler*) einige treffliche Abbildungen von einzelnen Entfaltungsstadien der Buche, Linde, Esche und des Ahorns, doch unterzieht er sie keiner eingehenderen Besprechung. In den Lehr- und Handbüchern der allgemeinen Botanik existiren so gut wie gar keine Zusammenfassungen darüber, was um so auffälliger ist, als die mannigfachen und eigenthümlichen Erscheinungen des Austreibens der Knospen im Frühjahr eine genauere Beobachtung nahe legen. Hofmeister**) definirt die Entfaltung als den „Uebergang aus der Knospenlage in die von ihr abweichende, bleibende (unter gleichbleibenden äusseren Umständen, unveränderte Stellung zur Lichtquelle, zur Lothlinie, und abgesehen von periodischen Bewegungen bleibende) Stellung", berücksichtigt aber sonst die Entfaltung nicht weiter. — Zwar widmet Büsgen***) dem „Austreiben der Knospen" einen besonderen Abschnitt; in diesem handelt jedoch der grösste Theil von der Knospenlage und Anpassungserscheinungen der austreibenden Knospen, während er für den Entfaltungsvorgang selbst nur ein paar Fälle erwähnt, die wir auch in der einzigen Arbeit, die sich, so weit ich die Litteratur übersehen kann, näher mit diesem Gegenstande beschäftigt, antreffen. Es ist dies eine Untersuchung von Henslow, betitelt: „Ueber Knospenlage und die Methoden der Entfaltung der Blätter — ein Schutz gegen Strahlung" †). Doch abgesehen

---

*) Rossmässler, Der Wald. Leipzig und Heidelberg 1863; vergl. ferner die Abbildungen bei Kerner, Pflanzenleben (1888) I. p. 323.

**) Hofmeister, Allgem. Morphologie der Gewächse. Leipzig 1868.

***) Büsgen, Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena 1897.

†) Henslow, On vernation and the methods of development of foliage, as protective against radiation. (Journal of the Linnean Society of London, Botany. XXI. 1886. p. 624—633.)

von der verhältnissmässig geringen Zahl von Beispielen, die diese kurze Arbeit bringt, giebt auch sie keine eingehende Beschreibung der Blattentfaltung, da es dem Verf. wesentlich darauf ankommt, die Fälle herauszuheben, in welchen durch die Stellung des Blattes in der Knospe und bei der Entfaltung ein Schutz gegen Strahlung erreicht wird. Er hat deswegen nicht alle Stadien der Entfaltung erwähnt und vor allem auch meist nicht ihre zeitliche Aufeinanderfolge berücksichtigt.

Eine genauere, auf reiches Beobachtungsmaterial gegründete Beschreibung des letzten Stadiums der Blattentwickelung, der Blattentfaltung, zu geben, erschien daher als lohnende Aufgabe; in nachstehender Arbeit habe ich versucht, dieser Erscheinung näher zu treten, wobei ich mich zunächst auf die morphologische Seite der Frage beschränkt habe. Die Untersuchungen sind im botanischen Institut der Universität Kiel unter Leitung des Herrn Professors Dr. Reinke entstanden, dem ich für gütige Anregung und Unterstützung zu grossem Danke verpflichtet bin.

Bei der Fülle von Material, das sich für diese Studien ergab, war zunächst eine Begrenzung erforderlich. Und so erschien selbst das Gebiet der dicotylen Pflanzen, die infolge ihres Formenreichthums eine gute Ausbeute zu liefern versprachen, noch zu umfangreich. Ich beschränkte mich deshalb fast ausschliesslich auf die dicotylen Holzgewächse, die insofern eine einheitliche Gruppe bilden, als hier die Bedingungen für die Blattentfaltung wesentlich die gleichen sind.

Naturgemäss bot den Ausgangspunkt jeder Einzeluntersuchung die Knospenlage des Blattes. Aus der reichen Litteratur, die sich darüber angesammelt hat, erwähne ich hier nur die wichtigste. Es war wohl das Verdienst Hofmeister's*), die Aufmerksamkeit der Forscher auf dieses Gebiet der Morphologie zu lenken. Von den Arbeiten, die vor ihm die Knospenlage behandelt haben, finde ich bei Arnoldi eine Zusammenstellung von Wydler**) citirt, die ich jedoch nicht einsehen konnte. Eine ausführliche Beschreibung der Knospenlage lieferte Diez***), der auch eine brauchbare Nomenclatur angiebt, welcher ich in den wesentlichen Punkten gefolgt bin. Nur habe ich einige von ihm unterschiedene Typen, die lediglich durch untergeordnete Merkmale von einander abweichen, im Interesse der Uebersichtlichkeit zusammengezogen. In jüngster Zeit endlich erschien eine Arbeit von Arnoldi†). Dieser Autor wendet sich zwar gegen die Diez'sche Eintheilung der Knospenlagen und giebt dafür eine andere, die sich auf embryonales Wachsthum gründet; jedoch sind auch hier die Bezeichnungsweisen, auf die es in unserem Falle ausschliesslich ankommt, im wesentlichen die gleichen.

---

*) l. c.

**) Wydler. Ueber die Knospenlage der Blätter in übersichtlicher Zusammenstellung. (Flora 1851.)

***) Diez, Ueber die Knospenlage der Laubblätter. (Flora 1887.)

†) Arnoldi, Ueber die Ursachen der Knospenlage der Blätter. (Flora 1900.)

Da bei meinen Untersuchungen die Lage des Blattes in der Knospe ohne Rücksicht auf seine Entstehung und Anordnung zu den übrigen Blättern als gegeben angesehen werden musste, so kamen alle diese Arbeiten nur insoweit in Betracht, als ich darin Notizen über die fertige Knospenlage der von mir untersuchten Blätter finden und diese mit meinen eigenen Beobachtungen vergleichen konnte.

Die einzelnen Holzgewächse familienweise auf ihre Blattentfaltung zu beschreiben, erwies sich als unzweckmässig; einheitliche Gesichtspunkte treten nur hervor, wenn die Knospenlage zu Grunde gelegt wird. Es seien deswegen vorerst in Anlehnung an Diez die für uns wichtigen Knospenlagen kurz zusammengestellt und daran noch einige Bemerkungen geknüpft. Nach einer allgemeinen Besprechung der Bedingungen, Methoden und Begleiterscheinungen der Blattentfaltung sollen dann im speciellen Theil bei den einzelnen Knospenlagen die charakteristischen Entfaltungsweisen als „Typen“ und die Einzelheiten und Abweichungen im Anschluss an diese als „Einzelfälle“ beschrieben werden.

Uebersicht über die Lage des einzelnen Blattes in der Knospe.

1. Flach. Die Spreite ist ausgebreitet ohne wesentliche Abweichung von der endgültigen Form, höchstens schwach der Knospe angelegt.

2. Zusammengelegt oder mit Rundung zusammengelegt. Um den Mittelnerv als Biegungsachse sind die beiden Blatthälften aufeinandergeklappt (zusammengelegt) oder berühren sich nur mit ihren Rändern, während jede Blatthälfte nach der morphologischen Unterseite schwach gewölbt ist (mit Rundung zusammengelegt).

3. Unvollständig zusammengelegt (oder winkelstellig). Die Zusammenlegung des Blattes um den Mittelnerv geht nicht bis zur Berührung der Blatthälften (stark winkelstellig) oder ist nur angedeutet (schwach winkelstellig).

4. Strahlig gefaltet. „Die Spreite ist längs der fingerförmig verlaufenden Längsnerven mehrfach zusammengelegt.“ (Diez.)

5. Wellig querfaltig. Um die vom Mittelnerv aus parallel verlaufenden Seitennerven als Kanten ist der zwischen ihnen liegende Blatttheil nach der Oberseite emporgewölbt oder -geknickt, so dass auf dem Querschnitt eine wellen- oder zickzackförmige Linie entsteht. — Meist in Verbindung mit anderen Knospenlagen; so besonders: vollständig oder unvollständig zusammengelegt, wellig querfaltig. Man kann sich dann vorstellen, dass das Blatt als Ganzes seine Knospenlage hat und jede Blatthälfte für sich noch eine besondere aufweist.

6. Kahnförmig (Diez: Rinnenförmig). Jede Hälfte des unvollständig zusammengelegten Blattes ist mehr oder weniger stark nach der Unterseite (Bogen nach der Oberseite offen) gewölbt. — Sehr häufig ist bei diesem Typus, dass von gegen-

ständigen Blättern eine Hälfte des einen Blattes die andere Hälfte des gegenüberstehenden Blattes umfasst, was Diez als zwischengerollt bezeichnet.

Anm. Knospenlagen 3 u. 6 finden sich auch häufig als Uebergangsstadien der sich entfaltenden Spreite.

7. Spiralig eingerollt. Die Spreite ist in gleichem Sinne spiralig aufgerollt.

8. Gerollt oder übergerollt. Die spiralige Aufrollung geht nur so weit, dass sich die Blattränder, wenn auch nur zum Theil, berühren (gerollt) oder übereinandergreifen (übergerollt).

Anm. Diese beide Typen streng zu trennen, ist sehr schwierig, da sie ineinander übergehen, indem z. B. eine Spreite unten gerollt und oben übergerollt sein kann. Wenn ich gleichwohl die Trennung, wenn auch nicht so scharf, beibehielt, so geschah dies lediglich, um die Uebersicht über die Entfaltungsarten klarer zu gestalten. Ebenso giebt es Uebergänge von der kahnförmigen Knospenlage zur gerollten, und es kommt hier wie dort häufig auf die subjective Auffassung an, zu welchem Typus man den einzelnen Fall rechnen will.

9. Von beiden Seiten eingerollt. Jede Blatthälfte ist für sich nach der Oberseite eingerollt.

10. Von beiden Seiten zurückgerollt. Jede Blatthälfte ist für sich nach der Unterseite zurückgerollt.

Obwohl die Knospenlage meist eine auffallende Regelmässigkeit zeigt, giebt es doch auch Ausnahmen derart, dass selbst in einer Knospe sich verschiedene Knospenlagen finden. Es fielen mir bei meinen Untersuchungen zwei Fälle davon auf.

Bei *Corylus Avellana**) stehen zwischen den Knospenschuppen Blätter, die mit ihrer ganzen Fläche etwas gewölbt den Knospenschuppen aufliegen und schwach wellig querfaltig sind. Dann folgen mannigfache Uebergänge zu den im Innern befindlichen typisch zusammengelegten Laubblättern. So trifft man häufig Blätter, die grösstentheils kahnförmig sind, bei denen aber unten ein Theil einer Blatthälfte nach der Oberseite umgeschlagen ist (Fig. 1); ferner solche, die fast vollständig zusammengelegt sind, wo aber die Biegungsebene noch nicht durch den Mittelnerv läuft. Es zeigt sich hier also die Erscheinung, dass es, entsprechend den Uebergängen von Knospenschuppen zu Laubblättern, auch Uebergänge zwischen verschiedenen Knospenlagen und dementsprechend in der Entfaltung giebt, die sich auch noch bei Blättern finden, welche zweifellos schon zu den Laubblättern zu rechnen sind. Ein Gleiches trifft bei *Mespilus* (*Crataegus*) *Oxyacantha* zu.

*) Arnoldi (l. c.) beschreibt diesen Fall ebenfalls; seine Arbeit kam mir jedoch erst zu Gesicht, als ich diese Untersuchungen schon abgeschlossen hatte.

Bei *Symphoricarpus racemosa* herrscht in der Knospenlage der Typus der Kahnförmigkeit; die eine Hälfte des einen Blattes umfasst die andere des gegenüberstehenden Blattes (zwischengerollt). Es kommt nun nicht selten vor, dass die Umfassung etwa in halber Höhe plötzlich wechselt, indem die bis dahin innen belegene Blatthälfte des einen Blattes nach aussen tritt und um die gegenüberstehende Hälfte des anderen Blattes herumgreift, so dass diese nun die innere wird (Fig. 2).

Fast regelmässig zeigt sich ein Schwanken in der Knospenlage auch bei der spiraligen Einrollung und übergerollten Knospenlage, indem hier bald die linke, bald die rechte*) Blatthälfte aussen liegt, so dass eine Unterscheidung in „links oder rechts eingerollt" zwecklos ist. Ich konnte dies bei einer grossen Zahl daraufhin untersuchter Pflanzen feststellen; so auch bei Monocotylen, wie nachfolgende Zahlen zeigen:

	Links gerollt	Rechts gerollt
Pothos cordatum	4	6
Dieffenbachia picta	1	6
Aglaonema marantifolium	7	8

Um zu prüfen, ob diese Rollung ganz regellos erfolge, oder bei einer Pflanze nur eine Richtung der Einrollung auftrete, beobachtete ich längere Zeit hindurch an vier Exemplaren von *Bupleurum fruticosum* zwei aufeinander folgende Blätter an mehreren Zweigen.

Es ergab sich:

	Pflanze 1	Pflanze 2	Pflanze 3	Pflanze 4
I. Beide Blätter in gleichem Sinne gerollt:				
a) linke Blatthälfte aussen gelegen	4	4	—	2
b) rechte Blatthälfte aussen gelegen	4	—	2	1
II. Beide Blätter in ungleichem Sinne gerollt:				
a) linke Blatthälfte aussen gelegen, beim folgenden Blatt die rechte	1	—	—	—
b) rechte Blatthälfte aussen gelegen, beim folgenden Blatt die linke	—	—	1	1

Demnach ist die Richtung der Rollung bei derselben Knospe, jedoch nicht bei derselben Pflanze in der Regel constant.

Die bei einer neuen Vegetationsperiode sich zuerst ausbildenden Blätter zeigen oft Unterschiede von der typischen Entfaltung; so treten bei *Deutzia gracilis*, die sonst in der Entfaltung der Blätter

*) Als linke resp. rechte Blatthälfte wurde die bezeichnet, die linker resp. rechter Hand vom Beschauer liegt, wenn er von der Spitze des Blattes nach der Basis auf die Oberseite sieht.

eine ziemliche Regelmässigkeit zeigt, grosse Schwankungen bei den austreibenden Winterknospen, wenigstens in den ersten Stadien, hervor. Da sich in Folge dessen häufig Abweichungen vom Typus ergeben, so erwächst daraus für den Beobachter die Pflicht, unter den zu beschreibenden Fällen die normalen, d. h. die am häufigsten auftretenden, von den anormalen zu scheiden, was nicht immer leicht ist. Aus den erwähnten Gründen habe ich es auch vermieden, die Blätter aus solchen Knospen, in denen die Blüten schon stark entwickelt waren, zu untersuchen, da hier natürlich sowohl in der Knospenlage, als auch in der Entfaltung grosse Unregelmässigkeiten vorliegen.

Bei austreibenden Winterknospen, an denen der grösste Theil der Untersuchungen angestellt wurde, treten als äussere Bedingungen für die Entfaltung noch die Knospenschuppen hinzu, von deren Stellung sie nicht weniger abhängt, als von der bald grösseren, bald geringeren Kraft, die erforderlich ist, sie zu sprengen.

Von wesentlichem Einfluss ist ferner die Temperatur, die mit ihren grossen Schwankungen im Frühjahr das Wachsthum verschieden anregt oder hemmt. Besonders auffallende Beispiele sind in dieser Beziehung die untersuchten *Aesculus*-Arten und anderseits *Acer cissifolium*. Die Entfaltung der Blätter war bei beiden schon so weit vorgeschritten, dass die Einzelblättchen sich wieder aufwärts bogen, nachdem sie fast vertical herabgehangen hatten (vergl. den speciellen Theil); als dann aber kühle Tage folgten, kehrten sie in ein früheres Stadium zurück, indem sie sich nun wieder fast senkrecht nach unten neigten, was besonders stark bei *Aesculus flava* hervortrat. Diese Biegung verschwand dann allmählich bei wärmerem Wetter, und die Blättchen richteten sich so wieder empor. Gewächshauspflanzen dagegen haben im Gegensatz zu den Freilandhölzern eine viel regelmässigere Entfaltungsweise, da hier die Summe der äusseren Bedingungen eine ungefähr constante ist.

Ueber die Methoden der Entfaltung seien an dieser Stelle nur die allgemeinen Gesichtspunkte zusammengestellt, die sich bei Betrachtung der einzelnen Entfaltungsweisen ergeben und die Beschreibung derselben im speciellen Theil erläutern und ergänzen mögen.

Die Entfaltung beginnt, wenn wir von einer Winterknospe ausgehen, damit, dass zunächst die Knospenschuppen gesprengt werden. Dies geschieht vielfach derart, dass sie durch die wachsenden Blätter zur Seite gedrängt werden; häufig jedoch entfalten sie sich durch active Wachsthumserscheinungen. Im speciellen Theil wurde auf die Sprengung der Knospenschuppen nur dann Rücksicht genommen, wenn sich dabei Besonderheiten oder charakteristische Merkmale zeigten. Meist wachsen die Blätter oben aus den Knospenschuppen heraus, es kann aber auch vorkommen, dass sie dieselben seitlich verlassen (*Aesculus carnea*; Fig. 9). Bei Knospen, die dem Stamm anliegen, treten dabei oft noch Biegungen der ganzen Knospe auf, die sich natürlich,

um Raum für die Entfaltung zu gewinnen, vom Stamm abbiegen muss *); ich habe dieselben nicht berücksichtigt, da ich geflissentlich nur solche Knospen untersuchte, die den vorjährigen Spross fortsetzten.

Nachdem so die Blätter frei geworden sind, ergeben sich schon mehrere Möglichkeiten für die Weiterentfaltung. Es kann zunächst der Stiel das Blatt aus der meist aufrechten **) Stellung zur Seite abbiegen, wodurch es dann sofort genügend Raum zur Oeffnung erhält; oder es biegt sich die Spreite gegen den Stiel und öffnet sich erst dann oder schon während der Biegung; oder das Blatt wird erst abgebogen, nachdem sich die Spreite geöffnet hat. Zu diesen drei Fällen können noch Complicationen hinzutreten, indem sich z. B. die Spreite noch gegen den Stiel biegt, wenn dieser schon abgebogen ist, u. s. w.

Die Biegungen kommen durch an einer Stelle überwiegendes Wachsthum zu Stande. Der Stiel neigt sich meist am Grunde gegen die Tragachse, indem der nach aussen gelegene basale Theil stärker wächst, oder indem die ganze äussere Hälfte ein intensiveres Wachsthum zeigt, wodurch er sich dann in leichtem, nach unten offenen Bogen vom Stamm entfernt. Zuweilen biegt sich auch der obere Theil des Stieles gegen den unteren ab, so bei *Abutilon* (Fig. 3); diese anfangs ziemlich schafre Krümmung geht dann allmählich in eine sanftere über durch Ausdehnung des bis dahin nur an einer Stelle localisirten Wachsthums auf die ganze äussere Hälfte. Auch die Biegung der Spreite gegen den Stiel vollzieht sich in den meisten Fällen an der Basis, und zwar am häufigsten in einem sanften Bogen, seltener in einem scharfen Winkel; auch kann sie wieder ganz verschwinden, zumal wenn sich erst nach ihr der Stiel abbiegt, wo dann die Spreite meistens nur im oberen Theil leicht nach unten geneigt ist; wie denn überhaupt viele Spreiten, auch Fiederblätter, gegen Ende der Entfaltung diese Lage einnehmen. Eine charakteristische Eigenthümlichkeit zeigt die Spreite in derjenigen Biegung gegen den Stiel, die von oben beginnt und nach der Basis fortschreitet. Sie wölbt sich dann an der Spitze nach hinten um, und diese Biegung dehnt sich continuirlich nach der Basis hin aus (Fig. 4 u. 5), wodurch die Spreite in sanfter Krümmung gegen den Stiel abgebogen wird. Gleichzeitig wird durch diese Biegung auch eine etwaige Winkelstelligkeit oder Kahnförmigkeit der Spreite ausgeglichen.

Auf diese zeitliche Folge der einzelnen Entfaltungsstadien wurde bei Aufstellung der „Typen" wesentlich Rücksicht genommen, da sie eine in nur geringen Grenzen schwankende Regelmässigkeit zeigt.

Ein weiteres Charakteristikum ist die Oeffnung der Spreite, die Entfaltung im engeren Sinne. Diese hängt natürlich ganz von der Knospenlage ab, und so zeigt dieses Stadium ein mannig-

---

*) Vergl. hierzu Büsgen, l. c. p. 31 f., p. 47 und die Abbildungen p. 48.

**) Es wurde bei dieser und ähnlichen Bezeichnungen die Knospe immer so gestellt gedacht, dass ihre Achse vertical gerichtet war.

faches Bild. Es kommt bei der Oeffnung darauf an, wo diese beginnt, ob gleichmässig, von oben oder von unten. Bei der gleichmässigen Oeffnung wird die Knospenlage auf der ganzen Linie des Blattrandes gleichzeitig verlassen, wodurch z. B. bei der zusammengelegten Knospenlage die Spreite an den Blatträndern gleichzeitig aufklappt; wenn eine Blatthälfte über der anderen liegt, so hebt sich diese zunächst gleichmässig ab und erst dann die andere in gleicher Weise. Von oben, resp. von unten öffnet sich eine Spreite, wenn sie an der Spitze, resp. an der Basis sich zuerst öffnet und dies sich dann langsam oder schnell nach dem entgegengesetzten Blattende ausbreitet. Der Kürze wegen wurde für die von oben beginnende Oeffnung der Ausdruck „basipetal", für die von unten beginnende der Ausdruck „basifugal" verwendet.

Nach der Oeffnung ist die Spreite fast immer noch kahnförmig oder winkelstellig, je nachdem sie in der Knospenlage gerollt oder zusammengelegt war. Dies verschwindet in den meisten Fällen normal, d. h. die Ausbreitung schreitet so fort, dass die beiden Blatthälften den Winkel, den sie gegen den Mittelnerv bilden, durch Auseinanderbiegen gleichmässig auf der ganzen Linie verringern, bis sie ihre definitive Stellung erreicht haben. Da dies bei den meisten der untersuchten Pflanzen übereinstimmend erfolgt, wurde im speciellen Theil die weitere Ausbreitung nur in wenigen Fällen, wo sie besonders auffallend ist, erwähnt; sie ist im Allgemeinen das letzte Stadium der ganzen Entfaltung, da sie häufig nur langsam vor sich geht und auch noch längere Zeit, nachdem das Blatt schon voll ausgebildet erscheint, in geringem Maasse verharren kann. Dieser normalen Ausbreitung tritt nun aber scharf eine ganz eigenthümliche gegenüber, die sich ziemlich verbreitet findet. Nachdem nämlich die Spreite bis zur Winkelstelligkeit oder Kahnförmigkeit geöffnet ist, biegt sich in diesem Falle der Rand jeder Blatthälfte schwach nach unten um, indem sich die hier liegende Blattzone parallel dem Mittelnerv nach oben wölbt; langsam schreitet diese Biegung dann vom Rande nach der Mitte fort; jede Blatthälfte ist zuletzt mehr oder weniger stark nach oben gewölbt, was sich allmählich ausgleicht, oft jedoch noch schwach persistirt. In Fig. 6 ist an einem Querschnitt durch eine sich öffnende Spreite schematisch diese Ausbreitungsweise in mehreren Stadien auf der linken Seite dargestellt, während bei der rechten Blatthälfte die normale Ausbreitung ebenfalls in verschiedenen Stadien veranschaulicht werden soll. Zuweilen ist die Umbiegung so stark, dass die Blattränder weit nach unten umgeschlagen werden wie bei einigen *Magnolien* (Fig. 7 u. 8). Es ist diese Ausbreitung ein sehr wirksames Mittel, indem dadurch die Spreite sehr schnell eben wird. Erklärlich ist sie nur durch die Annahme eines an der Blattunterseite vom Rande beginnenden und parallel zum Mittelnerv nach diesem sich fortpflanzenden, localisirten stärkeren Wachsthums; später tritt dann auf der Oberseite stärkeres Wachsthum auf, da ja sonst die Spreite von beiden Seiten zurückgerollt werden würde. Bei den

Magnolien ist diese Methode so ausgeprägt, dass sie hier die Ausbreitung der ganzen zusammengelegten Spreite lediglich bewirken kann.

Wie jedoch auch die Oeffnung und Ausbreitung der Spreite erfolgen möge, so ist mit nur wenigen Ausnahmen (z. B. *Cladrastis tinctoria*), die dann um so charakteristischer sind, zu constatiren, dass die einmal begonnene Methode sich bei beiden Blatthälften in gleichem Sinne findet und mit der gleichen Intensität fortschreitet, so dass sich die Spreite in ihren Lageverhältnissen bei der Entfaltung symmetrisch zeigt; bei der übergerollten bis spiraligen Knospenlage natürlich mit der Beschränkung, dass dies erst erfolgen kann, nachdem sich die äussere Blatthälfte abgehoben und die innere dann den Vorsprung der äusseren nachgeholt hat.

Indessen ist die Charakterisirung durch den Beginn der Oeffnung der Spreite in vielen Fällen keine scharfe; denn wenn man an einer Species daraufhin mehrere sich entfaltende Blätter untersucht, ergiebt sich die immerhin auffallende Thatsache, dass bei vielen der Beginn der Oeffnung nicht constant ist, indem es vorkommen kann, dass sich bei derselben Pflanze das eine Blatt basipetal und das andere basifugal öffnet. Einen zahlenmässigen Beleg erfährt dieses Resultat u. A. durch Beobachtungen an *Bupleurum fruticosum*; an denselben Exemplaren, die ich auf die Constanz der Rollung in der Knospenlage untersuchte, verfolgte ich an mehreren Zweigen jedesmal zwei aufeinander folgende Blätter auf den Beginn ihrer Entrollung; das Ergebniss zeigt nachstehende Uebersicht:

Zahl der Fälle, wo zwei aufeinander folgende, sich entfaltende Blätter beobachtet wurden:	28
Davon öffneten sich	
in gleichem Sinne	17
und zwar: beide von unten	14
beide von oben	3
in ungleichem Sinne	11
und zwar: von unten und oben oder umgekehrt	6
von unten und gleichmässig	2
von oben und gleichmässig	3
Gesammtzahl der beobachteten Fälle:	70
Davon öffneten sich	
von oben	16
von unten	48
gleichmässig	6

Daraus folgt also, was ich auch bei vielen daraufhin untersuchten Blättern von Neuem constatiren konnte, dass es in vielen Fällen nicht darauf ankommt, wo die Oeffnung beginnt, dass aber ein Ueberwiegen einer Oeffnungsweise (bei *Bupleurum fruticosum* basifugal) immerhin hervortritt, eine Regelmässigkeit selbst an einer Knospe sich jedoch nicht immer feststellen lässt. Bei manchen Arten wieder ist das einseitige Auftreten einer Oeffnungsweise so

ausgeprägt, dass man von einer Constanz reden kann; so öffnet sich *Grewia orientalis* immer basifugal; ferner zeigt sich eine solche immer in den Fällen, wo ein Theil der Spreite sofort, nachdem er frei geworden ist, sich öffnet (*Fagus silvatica*, basifugal) oder die Spreite im oberen Theil in der Knospenlage stärker gerollt ist, wie im unteren, wo dann fast immer basipetale Oeffnung auftritt.

Entsprechend der Schwankung in der Oeffnung der Spreite finden sich auch Abweichungen in der zeitlichen Aufeinanderfolge der Stadien; so bei der Biegung der Spreite gegen den Stiel oder der Abbiegung des Stieles und gleichzeitigen Oeffnung. Doch sind diese immer nur untergeordneter Art, besonders dann, wenn ein Stadium durch das andere bedingt ist, indem z. B. durch das vorhergehende für das nächste erst Platz geschaffen wird.

Je constanter nun die Entfaltungsweisen sind, und je mehr Eigenthümlichkeiten sie anderseits hervortreten lassen, um so charakteristischer sind sie für die einzelne Gattung oder Art und können eventuell auch zu ihrer Erkennung dienen. Man kann jedoch nicht, obwohl fast alle untersuchten Pflanzen, wenn auch nur in untergeordneten und oft nicht durchgängig vorhandenen Einzelheiten ihrer Entfaltung von einander abweichen, diese geringfügigen Unterschiede zu einer Bestimmung der einzelnen Arten verwerthen wollen, sondern eben nur solche, welche scharf umgrenzt und ständig erscheinen. Aus der Fülle von Beispielen, die sich aus dem speciellen Theil ergeben, seien hier nur einige besonders interessante hervorgehoben.

Gut charakterisirt ist die Entfaltungsweise der handförmigen Blätter bei den verschiedenen *Aesculus*-Arten, die ich untersuchte (*Aesculus*-Typus). In der Knospenlage sind die Einzelblättchen neben einander gelegt und nach oben gerichtet; während der Entfaltung aber biegen sie sich so weit am Stiel nach unten, dass sie fast vertical herabhängen; allmählich richten sie sich dann wieder empor (über die Einzelheiten verweise ich auf den speciellen Theil). Trotz dieser Uebereinstimmung treten jedoch Abweichungen hervor, die bei *Aesculus Hippocastanum* und *A. carnea* geradezu zur Unterscheidung dienen können. Denn während bei ersterer die Knospenschuppen normal gesprengt und zur Seite gebogen werden, verlässt das Blatt von *Aesculus carnea* auf eine complicirte Weise seine Knospenlage: durch eine Biegung des Stieles nach hinten wird die ursprünglich vertical stehende Spreite in die Horizontale geneigt (Fig. 9) und dabei seitlich aus den Knospenschuppen gewissermassen herausgezerrt (Fig. 10); nachdem sich die Blättchen dann aufgerichtet haben, folgt das Blatt dem *Aeculus*-Typus.

Weniger scharf gekennzeichnet ist der *Acer*-Typus, doch immerhin noch so, dass sich seine Aufstellung rechtfertigt. Die in der Knospenlage strahlig gefalteten Blätter öffnen sich hier derart, dass die Zipfel seitlich von einander weichen, und dies sich nach dem Blattgrunde ausdehnt. Dabei oder auch schon vorher (*Acer palmatum*) biegt sich die Spreite stark gegen den Stiel.

Ebenso verhält sich auch *Acer cissifolium* mit seinen handförmigen Blättern; hier geht die Biegung der Spreite gegen den Stiel sogar zeitweilig über 90° hinaus.

Einen anderen Typus könnte man den *Magnolien*-Typus nennen, wie er sich bei den verschiedenen *Magnolien*-Arten und *Liriodendron Tulipifera* findet. Hier ist die Knospenlage übereinstimmend: die zusammengelegte Spreite ist der jüngeren von einer Stipulartute umgebenen Anlage umgelegt. Die Oeffnung der Spreite erfolgt in der p. angegebenen Weise vom Rande aus, zuweilen erst, nachdem sie bis zur Winkelstelligkeit normal geöffnet ist (Fig. 7). Bei *Magnolia Kobus* ist der Typus so ausgeprägt, dass die Oeffnung bis zur Winkelstelligkeit vom Rande aus erfolgt, und dann durch die von neuem, aber in stärkerem Masse vom Rande her beginnende Umbiegung die Spreite vollständig ausgedehnt wird. *Liriodendron Tulipifera* unterscheidet sich in seiner Entfaltung von den *Magnolien*-Arten nur in der durch die eigenthümliche Knospenlage bedingten Biegung der Spreite gegen den Stiel nach oben (Fig. 11).

Einheitlich sind in ihrer Entfaltung die verschiedenen Eichenarten, die ich untersuchte (*Quercus*-Typus); hier zeigen sich ähnlich dem *Aesculus*-Typus Biegungen des Blattes nach unten. In der Knospenlage ist die Spreite bei fast allen untersuchten Arten zusammengelegt oder unvollständig zusammengelegt, nur bei *Quercus imbricaria* von beiden Seiten zurückgerollt. Bei der Entfaltung macht die Spreite eine Biegung gegen den Stiel nach unten, an der später auch der Stiel theilnimmt, so dass sie vertical nach unten hängen kann (Fig. 12); das eigentliche Charakteristische dieses Typus, was ihn von dem *Aesculus*-Typus unterscheidet, ist die Art, wie die Spreite wieder emporgebogen wird. Sie wölbt sich nämlich an der Basis nach oben, und dies dehnt sich basifugal auf die ganze Spreite aus (Fig. 12 unten). Diesem *Quercus*-Typus folgt auch in den wesentlichen Zügen die nahverwandte *Castanea vulgaris* (*vesca*), während *Fagus silvatica* nichts davon zeigt.

Von besonderen Entfaltungsweisen, die einzelne Pflanzen kennzeichnen, greife ich aus dem speciellen Theil nur ein Beispiel heraus, das allerdings höchst interessant ist. *Cladrastis tinctoria* hat die bei Fiederblättern häufige Knospenlage, dass die Einzelblättchen zusammengelegt und nach oben gerichtet sind. Der Typus, der mit nur geringen Variationen bei Fiederblättern auftritt, zeigt sich auch hier bei der Entfaltung, indem die Spreite sich gegen den Stiel nach hinten biegt und der Stiel die Biegung fortsetzt, wobei sich die Fiedern nach ihren endgültigen Plätzen neigen, und die Spreite im oberen Theil eine starke Wölbung nach unten annimmt, die basifugal verschwindet. Auffallend ist nun die Oeffnung der einzelnen Fiedern: die nach dem Blattgrunde gerichtete Blatthälfte biegt sich zunächst, vom Rande nach dem Mittelnerv fortschreitend, ab (Fig. 13); erst dann folgt ihr auch die andere Blatthälfte. Wir haben hier also die sonst nur bei der übergerollten oder spiralig eingerollten Knospen-

lage auftretende Entfaltung der Blatthälften nach einander. Dasselbe findet sich bei einigen der einfachen Blätter von *Cercis canadensis* und noch seltener bei *Cercis Siliquastrum*, nämlich nur bei solchen, bei denen die Spreite vor der Oeffnung eine S-förmige Biegung beschreibt.

Aehnliche Knospenlagen zeigen auch oft ähnliche Entfaltungen; so ergeben sich mannigfache Uebereinstimmungen bei den in der Knospenlage strahlig gefalteten und handförmigen Blättern, bei dreitheiligen und Fiederblättern u. s. w. Es kommt bei der Entfaltung immer zunächst auf die Knospenlage an, die das Blatt einnimmt; deswegen ist auch der Ausgangspunkt von derselben der allein vortheilhafte. Durchgehende Familiencharaktere ergeben sich bei der Entfaltung nicht, nur einzelne Gruppen treten hervor, wie aus den oben erwähnten Beispielen folgt. Beim *Quercus*-Typus zeigt sich sogar, dass bei verschiedener Knospenlage doch die der Gruppe eigenthümliche Entfaltung sich bemerkbar macht, was in Folge des seltenen Vorkommens als Ausnahme zu bezeichnen ist. Aehnlichkeiten in der Entfaltung verwandter Arten scheinen oft vorzuliegen, wie aus dem speciellen Theil ersichtlich ist; diese hängen aber fast regelmässig davon ab, dass die Knospenlage die ähnliche oder die gleiche ist; so scheinen die *Leguminosen* mit Fiederblättern häufig übereinzustimmen, jedoch ergiebt sich bei näherer Betrachtung, dass, wie schon erwähnt, die Entfaltungsweisen aller Fiederblätter sich innerhalb nur beschränkter Grenzen bewegen und wenig Abwechslung zeigen. Anderseits ist auch ebenso häufig verschiedene Entfaltung bei gleicher Knospenlage in derselben Familie.

Für den Schutz der jungen Blätter während ihrer Entfaltung sind bei den einzelnen Pflanzen verschiedene Mittel anzutreffen. Da die Stellungsverhältnisse der Blätter, wodurch ein solcher wirksam erreicht wird, schon von Henslow*) und Kerner*) discutirt sind, so erwähne ich hier nur, weil das auch etwas abseits von meinem Thema liegt, unter Hinweis auf jene Arbeiten, dass es vor Allem darauf ankommt, dass die jungen Blätter dadurch zunächst gegen allzu grosse Transpiration, sodann auch gegen Thierfrass und Unbilden der Witterung gesichert sind. Neben der Schutzstellung ist ein allgemein verbreitetes Mittel die Behaarung. Manche Blätter, die später nur geringe oder gar keine Behaarung zeigen, sind in der Jugend mit einem dichten Haarkleid bedeckt, das insofern einen guten Schutz gewährt, als die zwischen und in den Haaren befindliche Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, und auch die Haare das junge Blatt weniger auffallend machen, so dass es vor Thierfrass gesicherter ist. Die jungen Blätter von *Aesculus Hippocastanum* liefern einen trefflichen Beleg für ein jugendliches Haarkleid. Doch ist meist die Behaarung mehr für den Schutz der Blätter in der Knospe berechnet und bleibt nur noch während des Verlaufes der Entfaltung erhalten; oft schwindet sie auch schon während derselben. Ein eigentlicher Schutz für die sich

*) l. c.

entfaltenden Blätter erscheint nicht selten während der Entwickelung aus den Knospen; es ist der Firnisüberzug, der bei einigen sehr stark entwickelt sein kann und sich sowohl auf der Ober-, wie auf der Unterseite des Blattes findet; er geht meist erst nach beendeter Entfaltung langsam zurück. Bei den meisten der untersuchten Pflanzen war ein Firnisüberzug vorhanden, wenn nicht dichte Behaarung bis fast gegen Ende der Entfaltung seine Stelle vertrat; auf der Oberseite ist er oft stärker, wie auf der Unterseite. Ein schönes Beispiel für beiderseits starken Firnisüberzug ist *Prunus Cerasus.* Die Ablösung der in der Knospenlage vorhandenen dichten Behaarung durch den Firnisüberzug tritt scharf bei *Pterocarya caucasica* hervor, wo die Anfangs mit einem dichten braunen Haarfilz bedeckte Unterseite des Blattes diesen später abwirft und dafür einen ziemlich starken Glanz annimmt. Für den Firnisüberzug kann auch ein Wachsüberzug eintreten, z. B. bei *Magnolien.*

Endlich sei auch noch die Färbung der jungen Blätter erwähnt. Diese erscheinen vielfach in einem hellen Grün; wachsgelb sind z. B. die Blätter *Phellodendron amurense*, tief dunkelroth die Fiederblätter von *Cedrela sinensis* u. a. Bei *Juglans regia* sind die Fiedern rothbraun, nur an der Spitze dunkelgrün; eigenthümlich ist hierbei, dass sich bei der Entfaltung zunächst die grün gefärbte Spitze öffnet und dann erst das übrige Blättchen.

Specieller Theil*).

A. Blatt einfach.

I. Knl. flach, Blätter gegenständig, gegeneinander gelegt. Entf. 1. Typus. Spreite biegt sich an der Spitze nach hinten, was nach der Basis fortschreitet; dadurch Biegung der Spreite gegen den Stiel und Wölbung um die Querachse nach oben. Stiel biegt sich ab. — *Eranthemum leuconeurum. Centradenia floribunda. Philadelphus microphyllus.*

Einzelfälle. a) Während der Biegung der Spreite nach hinten biegt sich jede Blatthälfte am Rande nach unten um, was allmählich verschwindet. — *Calycanthus occidentalis.*

b) Während der Abbiegung wird die Spreite basipetal winkelstellig und biegt sich dabei schwach nach der Seite ab. Winkelstelligkeit verschwindet später. — *Phygelius capensis.*

c) Spreite wird nach der Abbiegung des Stieles basifugal winkelstellig, was an der Basis schon in der Knl. vorhanden war. — *Buddleia japonica.*

---

*) Abkürzungen und Erklärungen: Knl. = Knospenlage; Knschuppen = Knospenschuppen; Entf. = Entfaltung. Bezüglich der Nomenclatur habe ich mich an Engler-Prantl angelehnt und nur, wenn eine Species darin nicht aufgeführt war, an Köhne, Deutsche Dendrologie; Auch bei der Anordnung der Familien im „Verzeichniss der untersuchten Pflanzen", das zugleich als Register für diesen Theil dient, folgte ich dem erstgenannten Werke.

Was im Text durch einen Punkt oder ein Semikolon getrennt ist, ist zeitlich nacheinander, das durch ein Komma Getrennte gleichzeitig.

2. Typus. Spreite biegt sich an der Spitze meist ziemlich stark nach hinten um; Stiel biegt das Blatt ab, wobei die Umbiegung an der Spitze in einen sanften Bogen übergeht. — *Hydrangea pinnata.*

Einzelfall. a) Umbiegung der Spitze nur sanft. Spreite biegt sich schwach gegen den Stiel, während sich dieser abbiegt. — *Evonymus japonica.*

II. Knl. zusammengelegt oder mit Rundung zusammengelegt.

Entf. 1. Typus. Spreite biegt sich gegen den Stiel nach hinten; öffnet sich meist basipetal; Stiel biegt sich ab. — *Cercis canadensis, C. Siliquastrum.*

Einzelfälle. a. Ein Theil der Blätter von *Cercis canadensis* und *C. Siliquastrum* biegt sich nach dem Verlassen der Knschuppen S-förmig, und dann erfolgt die Entfaltung derart, dass sich zunächst nur eine Blatthälfte öffnet, indem sie sich, vom Rande beginnend, nach aussen umwölbt, was nach der Mitte fortschreitet. Die andere Blatthälfte behält dabei ihre Lage bei; das Blatt wird so kahnförmig, was durch Ausbreitung beider Blatthälften bis auf einen Rest verschwindet.

b) Oeffnung beginnt unregelmässig; die in der Knl. nach vorn umgebogene Spitze biegt sich dann erst gerade. Jede Blatthälfte schlägt sich am Schluss der Entf. an den Rändern schwach nach unten um. — *Prunus paniculata.*

c) Spreite, die in der Knl. nach vorn gewölbt war, biegt sich gerade und gegen den Stiel. Oeffnung der Spreite basifugal. Stiel biegt sich vor und während seiner Abbiegung nach hinten auch etwas nach der Seite ab. — *Grewia orientalis* L.

2. Typus. Während der Oeffnung biegt sich die Spreite gegen den Stiel nach hinten ab; Stiel biegt sich ab.

Einzelfälle. a) Oeffnung meist basipetal, seltener gleichmässig. Stiel wächst erst spät aus den Knschuppen heraus und biegt sich dann ab. — *Prunus Padus.*

b) Oeffnung basifugal. — *Ficus quercifolia. Sideroxylon Mastichodendron.*

c) Oeffnung beginnt in der Mitte des Blattes und schreitet nach beiden Enden fort. — *Hibiscus liliflorus.*

d) Nachdem die Spreite sich etwas geöffnet hat, erfolgt die weitere Ausbreitung vom Rande her, indem er sich schwach nach unten umbiegt, was nach der Mittelrippe fortschreitet. — *Nyssa multiflora* var. *biflora.*

e) Spitze der Spreite, die in der Knl. nach vorn umgebogen war, biegt sich gerade; Oeffnung basipetal oder gleichmässig. — *Cestrum Warszewiczii.*

3. Typus. Spreite, die in der Knl. nach vorn geneigt ist, biegt sich gerade. Stiel biegt sich ab; Spreite öffnet sich basifugal, wobei die Abbiegung des Stieles fortschreitet; Spreite biegt sich gegen den Stiel. — *Kiggelaria africana.*

4. Typus. Während der Oeffnung der Spreite bis zur Winkelstelligkeit oder (seltener) Kahnförmigkeit biegt der Stiel das Blatt

ab; Winkelstelligkeit verschwindet, Spreite biegt sich sanft gegen den Stiel.

Einzelfälle. a) Oeffnung meist basipetal. — *Cotoneaster rotundifolia. Cotoneaster integerrima. Prunus Persica.*

b) Oeffnung der Spreite basifugal oder gleichmässig. — *Prunus Pseudocerasus. Aristolochia tomentosa.*

c) Ehe sich der Stiel nach hinten biegt, macht er eine schwache Biegung nach der Seite, wodurch das Blatt von den übrigen, neben denen es liegt, isolirt wird. Oeffnung der Spreite basipetal. — *Prunus Laurocerasus.*

d) Spitze, die in der Knl. nach vorn gebogen ist, biegt sich gerade. Oeffnung unregelmässig, häufig basifugal. — *Chlorophora tinctoria.*

e) Nach der Oeffnung der Spreite, die unregelmässig beginnt, erfolgt die weitere Ausbreitung vom Rande her, wobei ganz schwache Querfalten (Knl.) verschwinden. — *Rhamnus Frangula.*

f) Spreite, die in der Knl. um die junge Anlage herumgelegt ist, öffnet sich meist gleichmässig, wobei wellige Längsfalten des oberen Theiles (Knl.) basifugal verschwinden. Weitere Ausbreitung vom Rande her. — *Magnolia acuminata.*

5. Typus. Spreite öffnet sich bis zur Winkelstelligkeit; Stiel biegt sich ab und Spreite gegen den Stiel.

Einzelfälle. a) Oeffnung basipetal. Kahnförmigkeit verschwindet während der Abbiegung des Stieles; nachdem die Spreite ausgebreitet ist, kann sich jede Blatthälfte, vom Rande nach der Mittelrippe fortschreitend, nach unten schwach umbiegen. — *Aristolochia Sipho.*

b) Oeffnung basipetal. Ausbreitung der winkelstelligen Spreite vom Rande jeder Blatthälfte nach der Mittelrippe fortschreitend. — *Ilex opaca.*

IIa. Knl.: Das zusammengelegte Blatt ist um die Knospe mehr oder weniger herumgelegt. Blatt von lederartigen Nebenblättern tutenförmig eingeschlossen.

Entf. 1. Typus. Nebenblätter werden auseinander gesprengt; Spreite hebt sich von der Knospe ab und öffnet sich, indem sich der Rand jeder Blatthälfte nach unten umwölbt, was nach der Mitte fortschreitet. Dabei oder kurz darauf biegt sich der Stiel ab; Umbiegung der Blatthälften nach unten verschwindet.

Einzelfälle. a) Oeffnung der Spreite basifugal oder gleichmässig; Umbiegung der Blatthälften nach unten nur gering, so dass die dadurch entstehende, nach der Unterseite offene, schwache, muldenförmige Wölbung oft persistirt. Während der Oeffnung biegt sich der Stiel ab. — *Magnolia Campbelli.*

b) Oeffnung beginnt an der Spitze (basipetal), sobald diese aus den Nebenblättern herausgewachsen ist. Abbiegung des Stieles erst gegen Ende der Entf. Rückgang der starken Umrollung der Blatthälften basifugal. — *Magnolia Kobus. Magnolia speciosa.*

c) Oeffnung beginnt in der Mitte des Blattes und schreitet dann gleichmässig fort. Abbiegung des Stieles meist erst nach

der Entf. Rückgang der Umrollung der Blatthälften meist gleichmässig, seltener basifugal. — *Magnolia obovata. Magnolia tripetala.*

IIb. Knl. zusammengelegt; Spreite am Stiel nach unten geklappt und der Knospe angelegt. Jedes Blatt von „taschenförmiger Hülle" (Diez) umgeben.

Entf. 1. Typus. Nach Sprengung der Hülle biegt sich die Spreite in langsamem Bogen gegen den Stiel nach oben; wenn sie ungefähr einen Winkel von 90° zum Stiel erreicht hat, beginnt dieser sich abzubiegen; Oeffnung der Spreite basifugal, wobei sich jede Blatthälfte vom Rande her nach unten umbiegt, was nach dem Mittelnerv fortschreitet. Spreite hat sich unterdessen völlig aufgerichtet; sie ist in Folge der Entf. nach unten muldenförmig. — *Liriodendron Tulipifera.*

III. Knl. Unvollständig zusammengelegt.

Entf. 1. Typus. Blatt, das in der Knl. nach vorn gebogen ist, biegt sich gerade; Spreite biegt sich gegen den Stiel; Stiel biegt sich schwach ab.

Einzelfall. a) Während ihrer Abbiegung wird die Spreite basifugal ziemlich stark kahnförmig, was nach beendeter Abbiegung verschwindet, — *Eugenia Ugni.*

2. Typus. Spreite, die oben nach vorn gebogen ist (Knl.), biegt sich gerade; Stiel biegt sich ab, wobei Winkelstelligkeit verschwindet. — *Fontanesia phillyreoides. Myrtus myrsinoides.*

Einzelfälle. a) Die S-förmige Biegung, die die Spreite in der Knl. zeigt, geht entweder (häufiger) derart zurück, dass zunächst die obere Biegung verschwindet und dann während der Abbiegung des Stieles das Blatt unten gerade wird, oder umgekehrt. Während der Abbiegung des Stieles verschwindet die Winkelstelligkeit. — *Chionanthus virginica.*

b) Nach der Abbiegung macht die Spreite im oberen Theil eine sanfte Biegung nach unten. — *Philadelphus coronarius.*

3. Typus. Spitze der Spreite biegt sich nach rückwärts, was nach der Basis fortschreitet. Stiel biegt sich ab. Winkelstelligkeit verschwindet während dessen. — *Datura bicolor.*

Einzelfall. a) Abbiegung der Spreite nach hinten schreitet nicht ganz bis zur Basis fort; Stiel übernimmt dann die weitere Abbiegung. — *Elaeagnus angustifolia.*

4. Typus. Ränder der Spreite heben sich schwach ab; Stiel biegt sich ab; Spreite biegt sich gegen den Stiel; geringe Faltung (Knl.) verschwindet.

Einzelfälle. a) Kahnförmigkeit der Spreite verschwindet während der Biegung gegen den Stiel. — *Vitis cordifolia.*

b) Biegung der Spreite gegen den Stiel erst nach ihrer Ausbreitung. — *Vitis vinifera.*

IV. Knl. unvollständig (seltener vollständig) zusammengelegt, wellig querfaltig.

Entf. 1. Typus. Spreite biegt sich gegen den Stiel und öffnet sich während dessen Abbiegung.

Einzelfälle. a) Oeffnung der Spreite derart, dass die Winkelstelligkeit immer flacher wird, wobei die Querfalten allmählich gleichmässig verschwinden; noch längere Zeit sind Reste davon zu sehen in Form von schwachen, nach unten offenen Wölbungen des zwischen zwei Seitennerven liegenden Blattheils. — *Ostrya carpinifolia.*

b) Querfalten verschwinden erst, nachdem die Spreite völlig ausgebreitet ist und ihre endgültige Stellung erreicht hat. — *Ulmus fulva, U. americana. Carpinus caroliniana.*

2. Typus. Spreite biegt sich gegen den Stiel, indem sich ihre Spitze nach hinten umbiegt, was nach der Basis fortschreitet. Dabei öffnet sie sich. Stiel biegt sich ab.

Einzelfälle. a) Sobald die Spitze der Spreite aus den Kn.-schuppen herausgewachsen ist, biegt sie sich nach hinten um; dabei geht Faltung und Querfaltung zurück. Spreite schon entfaltet, während der Stiel noch in den Knschuppen liegt. — *Betula alba (verrucosa).*

b) Nachdem sich die Spreite auseinander geklappt hat, schlägt sich jeder Blattrand nach unten um, was basipetal gleichzeitig mit Lockerung der Querfalten verschwindet. — *Carpinus Betulus. Alnus incana.*

3. Typus. Spreite wächst oben aus den Knschuppen heraus und öffnet sich sofort, wobei auch die Querfalten sich lockern und verschwinden; Oeffnung also streng basipetal. Spreite wendet sich dabei in sanftem Bogen nach hinten; Stiel biegt sich ab. — *Fagus silvatica. Pirus pinnatifida* Sm. *Rhamnus alpina.*

Einzelfall. a) Wenn die Spreite fast vollständig die Kn.-schuppen verlassen hat, öffnet sie sich basipetal, selten gleichmässig. Vollständige Ausbreitung erfolgt während der Abbiegung des Stieles. — *Fothergilla Gardeni.*

4. Typus. Knospe biegt sich stark nach der Seite und nach unten. Oeffnung der Spreite meist basipetal; erst nach ihrer Ausbreitung Lockerung der Querfalten, Stiel biegt sich ab, Spreite gegen ihn.

Einzelfälle. a) Während der Ausbreitung der Querfalten biegt sich jeder Blattrand nach unten um, was nach Vollendung der Ausbreitung zurückgeht. Biegung der Spreite gegen den Stiel nur schwach, kann auch schon vor dessen Abbiegung auftreten. — *Corylopsis spicata.*

b) Oeffnung der Spreite häufig gleichmässig. — *Corylus Avellana. Corylus americana.*

5. Typus. Spreite öffnet sich gleichmässig während der Abbiegung des Stieles; Spreite biegt sich gegen den Stiel. — *Parotia persica. Harmamelis virginiana.*

Einzelfälle. a) Mittlerer Theil des dreizipfeligen Blattes, der in der Knl. nach vorn gewölbt war, richtet sich auf; Spreite öffnet sich, wobei die seitlichen Theile sich nach der Seite biegen. Querfalten verschwinden ziemlich spät. — *Morus nigra.*

b) Biegung der Spreite gegen den im Bogen nach unten geneigten Stiel nicht oder nur schwach vorhanden. — *Tilia americana.*

c) Biegung der Spreite gegen den Stiel tritt schon auf, während sich dieser abbiegt; dabei Rückgang der Querfalten. — *Morus alba. M. lucida. Neviusia alabamensis.*

d) Zu Beginn der Entf. macht die Spreite im mittleren Theil eine Biegung nach hinten, die später verschwindet. Spreite nicht gegen den Stiel geneigt. — *Rhodotypus kerrioides.*

6. Typus. Spreite biegt sich gegen den Stiel nach hinten und beginnt sich zu öffnen; erst gegen Ende der Entf. verschwinden die Querfalten. Biegung der Spreite nach hinten geht auch auf den Stiel über; so wird das Blatt abwärts geneigt, so dass es vertical hängen kann; Stiel steht dann ungefähr horizontal. Aufwärtsbiegung basifugal derart, dass sich die Spreite am Grunde nach oben wölbt, was nach der Spitze fortschreitet. — *Quercus pannonica* Hort.

Einzelfälle. a) Spreite schon vollkommen ausgebreitet, wenn das Blatt sich so weit abgebogen hat, dass es horizontal steht. Biegung nach unten geht nicht sehr weit. Ränder der Spreite schlagen sich dabei schwach um, was bei der Aufrichtung verschwindet. — *Quercus pedunculata. Quercus sessiliflora.*

b) Umbiegung der Spreite gegen den Stiel nach hinten beginnt an der Spitze und schreitet nach der Basis fort. Während der Biegung nach unten schlagen sich die Blattränder oder auch die ganze Spitze nach der Unterseite unregelmässig um. Dies verschwindet mit den Querfalten bei der Aufwärtsbiegung. — *Quercus Aegilops. Quercus Cercis.*

c) Während der Abwärtsbiegung breitet sich die Spreite aus, Querfalten verschwinden basifugal. Aufwärtsbiegung bewirkt der schon stark entwickelte Stiel. — *Quercus tinctoria.*

d) Spitze des ganzen Sprosses biegt sich im Bogen nach der Seite; Gradrichtung erfolgt bald darauf bei intensivem Wachsthum. Biegung des Blattes nach unten bewirkt fast ausschliesslich der Stiel. Spreite öffnet sich basifugal und nimmt eine starke, nach unten offene Wölbung an. Während der Aufrichtung der Spreite verschwinden basifugal die Querfalten. — *Castanea vulgaris (vesca).*

7. Typus. Spreite breitet sich aus und wird dann durch den Stiel abgebogen, wobei die Querfalten verschwinden; Spreite biegt sich gegen den Stiel.

Einzelfälle. a) Oeffnung der Spreite meist basipetal. — *Pirus Aria. Mespilus coccinea.*

b) Oeffnung der Spreite gleichmässig. — *Zelcowa crenata.*

V. Knl. strahlig gefaltet, selten noch wellig querfaltig.

Entf. 1. Typus. Spreite öffnet sich und biegt sich dabei gegen den Stiel; Stiel biegt sich ab.

Einzelfälle. a) Die basalen Lappen der Spreite biegen sich von oben nach der Basis zu nach der Seite und öffnen sich dabei

basipetal; dies schreitet nach dem benachbarten Lappen fort, der mittlere bleibt auf seinem Platze. Durch Rückgang der kahnförmigen Wölbung jedes Zipfels, was beim mittleren beginnt, wird die Spreite vollständig ausgebreitet. — *Ribes cereum. Ribes divaricatum. Mespilus (Crataegus) Oxyacantha. Ribes saxatile. Ribes Grossularia. Ribes floridum.*

b) Während der gleichmässigen Oeffnung der Blattlappen, wobei sich die seitlichen nach der Seite biegen, biegt sich die Spreite und der obere Theil des Stieles nach hinten bis fast zu 90°. Dann biegt sich der Stiel ab, während sich die Spreite voll öffnet. — *Liquidambar styraciflua.*

2. Typus. Spreite biegt sich gegen den Stiel nach hinten; Stiel biegt sich ab, während sich die Spreite öffnet und sich weiter gegen ihn neigt.

Einzelfall. a) Oeffnung der Spreite derart, dass sich die Zipfel nach der Seite biegen und sich öffnen, was nach der Basis fortschreitet. — *Acer palmatum.*

3. Typus. Die nach vorn umgebogenen Spitzen der Blattzipfel biegen sich gerade; während der Abbiegung des Stieles öffnet sich die Spreite, wobei sie sich meist gegen diesen neigt.

Einzelfälle. a) Biegung der Spreite gegen den Stiel fast bis zu 90°. — *Acer platanoides. Acer campestre. Acer Pseudo-Platanus. Acer rubrum. Acer circinatum.*

b) Spreite biegt sich nicht oder nur gering gegen den Stiel. — *Stephanandra flexuosa.*

c) Spreite öffnet sich basifugal, wobei sich die seitlichen Lappen abbiegen; Biegung der Spreite gegen den Stiel nur gering. — *Passiflora coerulea.*

4. Typus. Spreite beginnt sich zu öffnen, indem sich die seitlichen Lappen nach der Seite biegen und aufklappen; Stiel biegt sich während der Beendigung der Oeffnung ab, Spreite gegen den Stiel.

Einzelfälle. a) Die in der Knl. vorhandenen welligen Querfalten, die sich schon nach Beginn der Oeffnung gelockert haben, verschwinden gegen Ende der Oeffnung der Spreite. — *Viburnum Opulus. Rubus odoratus. Spiraea opulifolia. Ribes sanguineum.*

b) Die schon früh auftretende, anfangs ziemlich starke Biegung der Spreite gegen den Stiel ist am Ende der Entf. nur gering. — *Acanthopanax ricinifolius.*

VI. Knl. kahnförmig.

Entf. 1. Typus. Spreite biegt sich gegen den Stiel, Kahnförmigkeit verschwindet; Stiel biegt sich ab. — *Phlomis fruticosa.*

2. Typus. Spreite biegt sich oben nach rückwärts, was nach der Basis fortschreitet. Dabei öffnet sie sich; Stiel biegt sich ab. — *Fuchsia procumbens.*

Einzelfälle. a) Biegung der Spreite nach hinten dehnt sich nicht ganz bis zur Basis aus. — *Deutzia gracilis.*

b) Spreite, die sich bei Beginn der Abbiegung etwas nach der Seite biegt, wird nach derselben stärker kahnförmig als zuvor. — *Halleria lucida.*

c) Abbiegung, die schon beginnt, während das Blatt noch von den älteren, noch nicht abgebogenen Blättern umgeben ist, dehnt sich zuweilen bis etwa nur zur Mitte der Spreite aus, in welchem Falle sie durch den Stiel fortgesetzt wird. Gegen Ende der Entf. kann die Kahnförmigkeit vorübergehend zunehmen. — *Lycium Barbarum.*

d) Blätter gegenständig, zwischengerollt (Knl.) Die aussen gelegene Blatthälfte hebt sich vor oder während der Biegung nach hinten schwach ab, wodurch Platz für die Oeffnung der inneren Hälfte geschaffen wird. — *Cistus purpurea. Aristotelia Maqui. Abelia biflora.*

e) Spreite macht vor Beginn der Abbiegung eine oft starke S-förmige Biegung, die bald verschwindet. — *Eugenia australis.*

3. Typus. Spreite breitet sich aus, biegt sich gegen den Stiel; Stiel biegt sich ab. — *Ficus repens. Helwingia rusciflora.*

Einzelfälle. a) Ausbreitung der Spreite gleichmässig; Biegung der Spreite gegen den Stiel auch noch während dessen Abbiegung. — *Rhododendron praecox* Hort.

b) Spreite, die während der Biegung gegen den Stiel schon gleichmässig eben geworden war, wird während der Abbiegung des Stieles wieder kahnförmig. — *Solanum Dulcamara.*

c) Blätter in der Knl. zwischengerollt. Bei der Entf. hebt sich zunächst die aussen liegende Blatthälfte ab und dann die innere. — *Forsythia suspensa.*

4. Typus. Spitze des Blattes, die in der Knl. nach vorn gekrümmt ist, biegt sich gerade; Stiel biegt sich ab, wobei Kahnförmigkeit verschwindet. — *Hydrangea rosea-alba* Hort. *Hydrangea nivea. Ficus stipulata.*

Einzelfälle. a) Lockerung der Kahnförmigkeit beginnt schon vor der Abbiegung des Stieles; Spreite neigt sich zuletzt gegen den nur schwach abgebogenen Stiel. — *Actinidia Kolomicta.*

b) Blätter gegenständig, zwischengerollt (Knl.). Die aussen liegende Blatthälfte biegt sich ab; ein Blatt biegt sich oben nach der Seite, wodurch beide isolirt werden; Spreite biegt sich im unteren Theil nach aussen, was bei der Abbiegung auf die ganze Spreite übergeht, wodurch sie stärker kahnförmig wird; dies verschwindet später. — *Cornus alba. Cornus mas.*

c) Blätter gegenständig, zwischengerollt (Knl.). Aussen gelegene Blatthälfte biegt sich ab, dann innere. — *Hydrangea Hortensia. Lonicera Ruprechtiana. Aucuba japonica.*

d) Starke Biegung der Spreite um die Querachse nach vorn verschwindet erst gegen Ende der Entf. — *Banksia integrifolia. Dodonaea viscosa.*

e) Indem die kahnförmige Wölbung der Spreite zurückgeht, schlägt sich jeder Blattrand nach unten um, was nach der Abbiegung basifugal bei intensivem Wachsthum der Spreite in die Breite verschwindet. — *Bosia Yerva mora.*

5. Typus. Spreite öffnet sich. Dabei biegt sich der Stiel ab und meist die Spreite gegen ihn.

Einzelfälle a) Oeffnung der Spreite gleichmässig: Spreite biegt sich zuweilen schon gegen den Stiel, ehe dieser sich abgebogen hat. — *Hedera Helix.*

b) Abbiegung des Stieles erst gegen Ende der Ausbreitung der Spreite; Biegung der Spreite gegen den Stiel nur gering oder nicht vorhanden. — *Rhus Cotinus. Clethra barbinervis.*

c) Abbiegung zuerst nur durch den oberen Theil des Stieles, dann erst durch den ganzen Stiel; tritt erst gegen Ende der Ausbreitung der Spreite auf. — *Catalpa Bungei.*

d) Blätter gegenständig, zwischengerollt (Knl.). Die aussen liegende Blatthälfte biegt sich zuerst ab; Spreite wird so schwach kahnförmig; erst dann Abbiegung des Stieles. — *Lonicera tatarica. Symphoricarpus racemosa. Syringa vulgaris. Hydrangea arborescens.*

e) Letzte kahnförmige Wölbung der Spreite verschwindet vom Rande her, indem er sich schwach nach unten umschlägt, was nach der Mitte fortschreitet. — *Hydrangea scandens.*

f) Vor der Abbiegung des Stieles macht die Spreite eine leichte Biegung nach der Seite gegen ihn, wodurch sie sich von der Knospe abhebt. *Eurybia argophylla.*

g) Gegen Ende der Abbiegung wird die Spreite schwach nach unten kahnförmig. — *Olea Aquifolium.*

6. Typus. Stiel biegt sich in schlankem Bogen ab; starke Kahnförmigkeit verschwindet.

Einzelfall. a) Mittelste Blätter der Knospe oben schwach übergerollt, was vor der Abbiegung in Kahnförmigkeit übergeht. — *Prunus Armeniaca.*

VII. Knl. spiralig eingerollt.

Entf. 1. Typus. Aussen gelegene Blatthälfte rollt sich gleichmässig ab und dann die dadurch frei gewordene innere bis zu schwacher Kahnförmigkeit. Spreite biegt sich gegen den Stiel; Stiel biegt sich ab.

Einzelfälle. a) Während der Abbiegung der Spreite gegen den Stiel biegt sie sich in mannigfacher unregelmässiger Weise nach der Unterseite um; meist rollt sich der Blattrand und die Spitze um. Dies verschwindet nach der Abbiegung des Stieles. — *Evonymus latifolia.*

b) Vor der Abbiegung gegen den Stiel biegt sich die Spreite oben nach hinten um. Während der Abbiegung der bis dahin schwach kahnförmigen Spreite biegen sich die Blattränder sanft nach unten um, was basifugal verschwindet. — *Diospyros Lotus.*

c) Aussen liegende Blatthälfte rollt sich meist basifugal ab. — *Spiraea laevigata.*

2. Typus. Aussen gelegene Blatthälfte rollt sich ab, dann die innere; dabei biegt sich der Stiel ab und gegen Ende der Oeffnung die Spreite gegen den Stiel. — *Piper Betle.*

VIII. Knl. gerollt oder nur wenig übergerollt.

Entf. 1. Typus. Spreite öffnet sich und biegt sich dabei gegen den Stiel; Stiel biegt sich ab.

Einzelfälle. a) Rollung geht bis zur Kahnförmigkeit gleichmässig oder basipetal zurück. — *Peireskia aculeata.*

b) Rollung geht basifugal zurück. — *Salix cinerea. Salix Petzoldi. Salix hastata.*

2. Typus. Spreite öffnet sich meist gleichmässig bis zu schwacher Kahnförmigkeit; Spitze biegt sich oben nach hinten, was nach der Basis fortschreitet; Stiel biegt sich ab. — *Itea virginica. Ilex integra.*

Einzelfall. a) Spreite öffnet sich basipetal und beginnt schon dabei, sich abzubiegen. — *Pogostemon Patchouli.*

3. Typus. Spreite öffnet sich bis zu starker Winkelstelligkeit; während der weiteren Ausbreitung wird sie durch den Stiel abgebogen.

Einzelfälle. a) Spreite öffnet sich basipetal. — *Pirus spectabilis. Nuttallia cerasiformis. Ficus Carica.*

b) Oeffnung der Spreite meist basifugal; bei der Abbiegung des Stieles biegt sie sich gegen diesen. — *Croton ciliato-glandulosus.*

4. Typus. Spreite öffnet sich bis zu schwacher Kahnförmigkeit; Stiel biegt sich ab, wobei die Ausbreitung vollendet wird; ev. Biegung der Spreite gegen den Stiel.

Einzelfälle. a) Oeffnung der Spreite gleichmässig. — *Sassafras officinale.*

b) Oeffnung der Spreite basifugal; an der Abbiegung durch den Stiel betheiligt sich auch der untere Theil der Spreite. — *Berberis integerrima. Daphne Mezereum* *).

c) Oeffnung der Spreite basipetal. — *Cordia thyrsiflora.*

IX. Knl. übergerollt.

Entf. 1. Typus. Spreite öffnet sich, indem sich zunächst die aussen liegende Blatthälfte abhebt und dann die innere; Spreite biegt sich gegen den Stiel, wobei sie sich voll ausbreitet; Stiel biegt sich ab.

Einzelfälle. a) Abhebung der Blatthälften basifugal. — *Camellia japonica.*

b) Abhebung der Blatthälften basipetal, Ränder schlagen sich nach unten um, was bei der Biegung gegen den Stiel verschwindet. — *Mespilus germanica.*

c) Abhebung der Blatthälften meist basifugal, seltener gleichmässig oder basipetal; Spreite biegt sich an der Spitze nach hinten, was nach der Basis fortschreitet. — *Bupleurum fruticosum.*

---

*) Unter den zahlreichen beobachteten Fällen konnte bei *Daphne Mezereum* keiner gefunden werden, wo das Blatt vollständig entrollt war und doch noch der Knospe anlag; es scheint dies daher zu kommen, dass, wie Versuche zeigten, das Blatt, indem es frei wird, sofort zurückschnellt, wodurch die Abbiegung eingeleitet wird.

2. Typus. Aussen liegende Blatthälfte biegt sich ab, dann innere; Stiel biegt sich ab, wobei völlige Ausbreitung der Spreite. — *Prunus sibirica. Pterostyrax hispida.*

Einzelfall. a) Spreite, die von tutenförmigen Nebenblättern umgeben ist, wächst oben aus diesen heraus; Stiel biegt sich schwach ab. Abrollung der Blatthälften basifugal. Während der Abbiegung des Stieles biegt sich die Spitze, die in der Knl. nach vorn geneigt war, gerade und verschwindet die Kahnförmigkeit. Spreite biegt sich schwach gegen den Stiel. — *Ficus religiosa.*

X. Knl. übergerollt, wellig querfaltig.

Entf. 1. Typus. Aussen liegende Blatthälfte hebt sich meist basipetal ab, dann ebenso die innere; dabei verschwinden die Querfalten. Spreite biegt sich oben nach hinten, was nach der Basis fortschreitet; Stiel biegt sich ab. — *Lindera Benzoin.*

XI. Knl. Von beiden Seiten eingerollt.

Entf. 1. Typus. Spreite öffnet sich und biegt sich dabei gegen den Stiel; Stiel biegt sich ab.

Einzelfälle. a) Einrollung der Blatthälften geht basipetal zurück; erst nach der vollen Entrollung biegt sich die Spreite gegen den Stiel, wobei sie sich fertig ausbreitet. — *Erythroxylon Coca.*

b) Nachdem oben die Einrollung verschwunden ist, lockert sie sich auch im unteren Theil so schnell, dass die Blattränder noch übereinander liegen, also vorübergehend die übergerollte Knl. eingenommen wird; dies verschwindet ebenfalls basipetal. — *Spiraea chamaedryfolia.*

c) Während der basipetalen Entrollung biegt sich die Spreite gegen den Stiel, was noch während der Abbiegung des Stieles und der Ausbreitung der Kahnförmigkeit der Spreite zunimmt. — *Idesia polycarpa.*

d) Biegung der Spreite gegen den Stiel nur gering; Entrollung basifugal oder gleichmässig; kahnförmige Wölbung geht infolge einer Biegung der Spreite nach unten basipetal zurück. — *Viburnum prunifolia.*

e) Schon vor der meist gleichmässigen Entrollung biegt sich die Spreite nach hinten; starke Kahnförmigkeit verschwindet basifugal. — *Pirus elaeagrifolia.*

2. Typus. Spreite öffnet sich, wobei sich der Stiel abbiegt.

Einzelfälle. a) Entrollung basifugal. Gegen Ende derselben macht die Spreite und der obere Theil des Stieles eine seitliche Drehung, wodurch erreicht wird, dass die Blätter alle nach einer Seite gerichtet sind. — *Phyllanthus nervosus.*

b) Spreite bleibt nach dem Verlassen der Knospenschuppen zunächst noch eingerollt; dann beginnt die Entrollung bei der Abbiegung des Stieles basipetal. Stiel biegt sich im Bogen so weit nach unten ab, dass die Spreite vertikal hängt; starke kahnförmige Biegung der Spreite verschwindet; Stiel biegt sich nach oben zurück. — *Cercidiphyllum japonicum.*

c) Entrollung beginnt verschieden. Stiel biegt sich in schlankem Bogen weit ab. — *Pirus communis.*

d) Vor der Abbiegung des Stieles macht die Spreite oben eine Biegung nach hinten, wobei schon die Entrollung beginnt; kahnförmige Wölbung verschwindet während der Biegung der Spreite um die Querachse nach unten. — *Diervilla sessilifolia.*

3. Typus. Spreite öffnet sich meist basipetal; Stiel biegt sich ab. — *Evonymus verrucosa. Stachyurus praecox.*

Einzelfälle. a) Entrollung auch basifugal. — *Plumbago capensis.*

b) Abbiegung des Stieles beginnt zuweilen schon während der Entrollung. — *Rhamnus saxatilis. Rh. catharticus.*

c) Blätter gegenständig, Blatthälften zwischengerollt (Knl.). Aussen liegende Blatthälfte jedes Blattes rollt sich schwach ab, während oben die inneren Hälften noch umeinander greifen, was durch eine Biegung jeder Spreite nach hinten gelöst wird. — *Lonicera Caprifolium.*

4. Typus. Spreite biegt sich oben nach hinten, was nach der Basis fortschreitet; dabei öffnet sie sich; Stiel biegt sich ab.

Einzelfälle. a) Abrollung der Blatthälften gleichmässig während der Umbiegung der Spreite. — *Evonymus Maacki. Evonymus europaea.*

b) Abrollung basipetal. Der entrollte Theil biegt sich nach hinten, was nach der Basis fortschreitet — *Populus nigra. P. alba.*

5. Typus. Stiel biegt die Spreite ab; Spreite biegt sich gegen den Stiel; öffnet sich.

Einzelfall. a) Spreite wächst aus den tutenförmigen Nebenblättern heraus. Entrollung beginnt unregelmässig; Stiel biegt sich danach noch weiter ab. — *Adelia Acedoton.*

XII. Knl. Von beiden Seiten eingerollt, wellig querfaltig.

Entf. 1. Typus. Spreite biegt sich oben nach hinten, was nach der Basis fortschreitet. Dabei geht die Rollung nur wenig zurück und dann Entrollung basipetal. Stiel biegt sich ab. Erst nach Ausbreitung der Spreite lockern sich basipetal die Querfalten und verschwinden während einer Biegung der Spreite gegen den Stiel. — *Viburnum plicatum* Thunb.

2. Typus. Während der Abbiegung des Stieles entrollt sich die Spreite gleichmässig bis zu schwacher Kahnförmigkeit; Querfalten verschwinden. — *Viburnum Lantana.*

XIII. Knl. von beiden Seiten umgebogen, oben wellig längsfaltig.

Entf. 1. Typus. Spreite biegt sich oben nach hinten, was nach der Basis fortschreitet; dabei verschwinden Umbiegung und Längsfalten. — *Ballota Pseudodictamnus.*

XIV. Knl. von beiden Seiten zurückgerollt.

Entf. 1. Typus. Entrollung gleichmässig während einer schwachen Biegung der Spreite gegen den Stiel; Stiel biegt sich ab. — *Rhododendron sinense.*

2. Typus. Spitze der Spreite biegt sich nach hinten um, was nach der Basis fortschreitet; Stiel biegt sich ab; Spreite entrollt sich. — *Hydrangea sinensis.*

Einzelfall. a) Abbiegung des Blattes so weit, dass es fast horizontal steht; Entrollung gleichmässig; Spreite richtet sich wieder auf, indem sie sich, von der Basis beginnend und nach der Spitze fortschreitend, nach oben wölbt. — *Quercus imbricaria.*

3. Typus. Spreite entrollt sich basifugal während der Abbiegung des Stieles. — *Muehlenbeckia sagittifolia.*

XV. Knl. von beiden Seiten zurückgebogen, wellig querfaltig.

Entf. 1. Typus. Umbiegung der Blatthälften geht zurück, so dass zuletzt nur noch die Ränder zurückgebogen sind; Querfalten lockern sich; Stiel biegt sich ab; Spreite biegt sich schwach gegen den Stiel. — *Platanus occidentalis.*

B. Blatt zusammengesetzt.

α) Blatt handförmig.

I. Knl. Einzelblatt zusammengelegt, nach oben gerichtet, meist wellig querfaltig.

Entf. 1. Typus. Spreite biegt sich an der Basis gegen den Stiel schwach nach hinten; Stiel biegt sich in einem nach aussen offenen Bogen, wodurch das Blatt abgehoben wird, Einzelblättchen biegen sich seitlich von einander, wobei die äussersten den Anfang machen; dabei öffnen sie sich basipetal oder gleichmässig und biegen sich gegen den Stiel nach hinten, resp. nach der Seite bis zu einem rechten Winkel. Schwache Querfalten verschwinden basipetal. — *Ampelopsis* (*Quinaria*) *quinquefolia.*

2. Typus. Stiel biegt sich ab, wobei sich die Einzelblättchen öffnen und, bei den äussersten beginnend, von einander weichen; sie biegen sich am Stiel herab und richten sich dann wieder empor, wobei sie eine Neigung gegen den Stiel beibehalten.

Einzelfälle. a) Einzelblättchen klappen bis zu starker Winkelstelligkeit gleichmässig oder basipetal auf, nachdem sie die zu dieser Zeit mit einem dicken, klebrigen Harzüberzug versehenen Knospenschuppen verlassen haben; weitere Ausbreitung vom Rande jeder Blatthälfte her, der sich schwach nach unten umbiegt, was nach der Mitte fortschreitet. Bei der Abwärtsneigung der einzelnen Blättchen biegen sich die beiden äussersten zunächst nach der Seite und dann nach unten; die übrigen nach hinten und dann nach unten; dabei lockern sich die Querfalten. Einzelblättchen hängen so weit nach unten, dass sie sich zum Theil decken, die Ränder jedes einzelnen sind infolge der eigenhümlichen Oeffnung nach unten umgeschlagen; dies verschwindet bei der Aufwärtsbiegung jedes Blättchens gegen den Stiel. — *Aesculus Hippocastanum. Aesculus flava* Ait.

b) Spreite biegt sich vor der Abbiegung des Stieles schwach gegen ihn nach hinten; während der Abbiegung und Oeffnung biegen sich die Einzelblättchen wie bei a) nach unten und richten sich dann wieder empor; ihre Spitzen sind dabei oft umgeschlagen. — *Aesculus parviflora.*

c) Noch während das Blatt in den Knospenschuppen steckt, biegt sich der Stiel im oberen Theil nach hinten, wodurch die

Spreite aus der Vertikalen nach der Horizontalen ab- und so aus den Knschuppen, die es seitlich verlässt, herausgebogen wird; die Biegung dehnt sich dann auf den ganzen Stiel aus, so dass er also nach hinten abgebogen und die Spreite horizontal gestellt wird. Dann erst weichen die Einzelblättchen von einander: die beiden äussersten biegen sich sogleich nach unten, die übrigen richten sich erst auf und biegen sich dann nach hinten, wobei sie sich öffnen. Dabei zeigt jedes regellose Drehungen und Biegungen, die beim Emporrichten verschwinden. — *Aesculus carnea.*

3. Typus. In der Knl. nach vorn umgebogene Spitzen der Einzelblättchen biegen sich gerade, Einzelblättchen weichen seitlich von einander und neigen sich stark gegen den Stiel, wobei sie sich öffnen; Stiel biegt sich ab. Einzelblättchen klappen dabei ziemlich stark nach unten herab und richten sich dann wieder empor. — *Acer cissifolium.*

II. Knl.: Einzelblatt übergerollt bis spiralig aufgerollt, seltener kahnförmig; mehrere Einzelblättchen greifen meist unregelmässig ineinander; Rollung oft zusammengedrückt.

Entf. 1. Typus. Spitze, die in der Knl. nach vorn umgebogen war, biegt sich gerade; Spreite öffnet sich während der Abbiegung des Stieles; Einzelblättchen biegen sich gegen den Stiel.

Einzelfälle. a) Durch die beginnende Entrollung wird die ganze Spreite zunächst in zwei Complexe getheilt, einen grösseren und einen kleineren; von diesen hebt sich die jedesmal aussen liegende Blatthälfte meist gleichmässig ab und dann die innere. — *Acanthopanax senticosus.*

b) Während der Abbiegung des Stieles biegen sich schon die Einzelblättchen nach ihren Plätzen, indem sie sich nach der Seite und nach hinten neigen; dabei entrollen sie sich. — *Panax sessiliflorus.*

c) Blättchen in der Knl. nur gerollt oder kahnförmig ineinander greifend. Abbiegung des Stieles bei Oeffnung der Spreite nur gering, erst später stärker. — *Acanthopanax spinosus.*

β. Blatt dreitheilig.

I. Knl.: Einzelblättchen flach, nach oben gerichtet.

Entf. 1. Typus. Während der nur geringen Abbiegung des Stieles biegt sich das mittlere Blättchen nach hinten, die seitlichen nach der Seite. — *Jasminum nudiflorum.*

II. Knl.: Einzelblättchen zusammengelegt, nach oben gerichtet.

Entf. 1. Typus. Seitliche Blättchen biegen sich nach der Basis hin und öffnen sich; erst dann öffnet sich auch das Mittelblättchen. Stiel biegt sich ab und seitliche Blättchen nach der Seite; Spreite biegt sich gegen den Stiel.

Einzelfälle. a) Einzelblättchen öffnen sich gleichmässig und biegen sich am Ende der Entf. schräg nach unten. — *Rhus lobata* Poir.

b) Einzelblättchen öffnen sich gleichmässig; Spreite biegt sich stark gegen den Stiel (bis zu 90°). — *Cytisus Laburnum.*

c) Einzelblättchen öffnen sich basipetal; biegen sich gegen Ende der Entf. schräg nach unten. — *Cytisus alpinus.*

III. Knl.: Einzelblättchen zusammengelegt, nach unten herabhängend.

Entf. 1. Typus. Während der Abbiegung des Stieles richten sich die Blättchen empor, wobei sich die seitlichen auch nach der Seite biegen; wenn sie ungefähr ihre Lage erreicht haben, öffnen sich die seitlichen Blättchen gleichmässig, das mittlere erst, nachnem es sich vollständig aufgerichtet hat. — *Oxalis rhombifolia.*

IV. Knl.: Blatt dreizipflig*); Einzelzipfel kahnförmig bis gerollt, nach oben gerichtet.

Entf. 1. Typus. Oberer Theil des Stieles biegt sich gegen den unteren nach hinten bis zu 90°; seitliche Zipfel heben sich ab; Spreite öffnet sich basifugal; unterer Theil des Stieles biegt sich ab, wobei sich die Spreite völlig ausbreitet. Spreite und oberer Theil des Stieles, die sich während dessen noch weiter nach unten gebogen haben, richten sich so weit wieder auf, dass die Spreite etwas schräg nach unten geneigt ist. — *Abutilon* spec.?

V. Knl.: Einzelblatt von beiden Seiten eingerollt, nach oben gerichtet.

Entf. 1. Typus. Einzelblättchen biegen sich oben von einander, wobei ihre Rollung basipetal zurückgeht; während der Abbiegung des Stieles biegen sich die seitlichen Blättchen vollständig nach der Seite ab, das mittlere nach unten. — *Staphylea colchica.*

VI. Knl.: Einzelblättchen von beiden Seiten zurückgerollt, nach oben gerichtet.

Entf. 1. Typus. Seitliche Blättchen biegen sich nach der Basis ab, wobei ihre Rollung wie die des mittleren bis auf den Rand zurückgeht; Stiel biegt sich ab, wobei die seitlichen Blättchen sich nach der Seite biegen, winkelstellig und dann eben werden; Mittelblättchen biegt sich gegen den Stiel schwach nach unten. — *Ptelea trifoliata.*

γ. Blatt gefiedert.

I. Knl.: Einzelblättchen flach, schräg nach oben gerichtet.

Entf. 1. Typus. Einzelblättchen biegen sich basifugal an der Spindel nach der Basis hin und dann nach der Seite ab, wobei sich der Stiel abbiegt; Spindel oben sanft nach unten geneigt. — *Xanthoxylum americanum.*

II. Knl.: Einzelblättchen zusammengelegt oder mit Rundung zusammengelegt, nach oben gerichtet; Spreite oben meist nach vorn gebogen.

Entf. 1. Typus. Fiedern biegen sich oben von einander, wobei sie sich basipetal öffnen, und dann nach der Blattbasis hin. Spreite biegt sich gleich nach dem Verlassen der Knospe oben nach hinten, was bis fast zur Basis fortschreitet; Stiel biegt sich ab.

---

*) Wegen der eigenthümlichen Knl., die ganz der eines dreitheiligen Blattes entspricht, wurde dieses dreizipflige Blatt an dieser Stelle abgehandelt.

Einzelfall. a) Oeffnung der Fiedern zunächst bis zu starker Winkelstelligkeit, die erst bei der Abbiegung des Stieles verschwindet. Scheide des Blattes stark entwickelt, das junge Blatt zum Theil deckend. — *Rosa rugosa.*

2. Typus. Unterstes Fiederpaar dreht sich, während es noch anliegt, um ca. 90°, so dass der Mittelnerv jeder Fieder nach aussen gerichtet ist, biegt sich nach der Basis hin und dann nach der Seite und öffnet sich basipetal; die oberen Fiedern nach ihm. Gegen Ende der Entf. biegt sich der Stiel ab. — *Halimodendron argenteum.*

3. Typus. Spreite biegt sich oben gerade und dann gegen den Stiel nach hinten, was auf den Stiel übergeht, so dass Stiel und Spreite einen nach unten offenen Bogen beschreiben. Dabei richten sich die Fiedern auf und biegen sich basifugal nach der Seite, so dass sie schräg stehen (Seitenränder schräg nach oben gerichtet [Fig. 13 oben]). Dann öffnen sie sich, indem die nach dem Blattgrunde gerichtete Blatthälfte sich am Rande basifugal nach aussen wölbt, und dies nach der Mitte fortschreitet; die obere Blatthälfte, die bis dahin in ihrer Knl. geblieben ist, biegt sich dann in der gleichen Weise ab; schwache Umrollung der Blattränder verschwindet; Spreite richtet sich dabei basifugal auf, so dass zuletzt nur noch die Spitze nach unten hängt. — *Cladrastis tinctoria.*

4. Typus. Während der Abbiegung des Stieles biegen sich die Fiedern basifugal etwas nach der Basis und gleichzeitig nach der Seite und öffnen sich meist gleichmässig; Spreite biegt sich gegen den Stiel im Bogen. — *Gleditschia sinensis. Caragana arborescens. Xanthoceras sorbifolium.*

Einzelfälle. a) Fiedern biegen sich sofort, nachdem sie die Knospenschuppen verlassen haben, oben von einander und öffnen sich. — *Pirus Aucuparia.*

b) Spreite neigt sich vor dem Abbiegen des Stieles vorübergehend in schwachem Winkel gegen ihn. Spindel nimmt nach der Abbiegung des Stieles im oberen Theil eine starke nach unten offene Wölbung an, so dass die Fiedern herabhängen. Aufrichtung basifugal. — *Ailanthus glandulosa.*

c) Spreite biegt sich oben gerade; schon vor der Abbiegung des Stieles beginnen die untersten Fiedern sich abzubiegen und sich zu öffnen; dies erfolgt basifugal streng nacheinander. — *Tecoma radicans.*

d) Vor der Abbiegung und Oeffnung biegt sich die Spreite oben gerade. — *Rhus typhina. Koelreuteria paniculata.*

e) Fiedern biegen sich bei der Abbiegung des Stieles nach der Seite und klappen dann nach unten; erst dann öffnen sie sich, unregelmässig beginnend; Abwärtsbiegung der Fiedern verschwindet basifugal. — *Sophora japonica.*

f) Abbiegung der Fiedern beginnt erst, nachdem sich der Stiel schon weit abgebogen hat; erst dabei richtet sich die Spreite oben gerade; Abbiegung und Oeffnung der Fiedern wie bei c). — *Calophaca wolgarica.*

g) Scheidenförmiger Blattgrund biegt sich erst ab, nachdem der Stiel sich schon so weit abgebogen hat, dass er fast seine endgültige Stellung einnimmt. — *Comarum palustre.*

h) Spindel hängt gegen Ende der Entf. im oberen Theil stark nach unten herab, was basifugal verschwindet. — *Cedrela sinensis.*

i) Vor der Abbiegung des Stieles biegt sich die Spreite schwach gegen ihn. Nachdem sich die Fiedern bis zu starker Winkelstelligkeit geöffnet haben, biegt sich jeder Blattrand schwach nach unten um, was nach der Mitte fortschreitet. — *Fraxinus excelsior.*

k) Vor der Abbiegung biegt sich die Spreite oben gerade; Oeffnung der Fiedern basipetal; Kahnförmigkeit verschwindet gegen Ende der Entf. — *Clematis Vitalba.*

5. Typus. Stiel biegt sich etwas ab; Spreite neigt sich gegen den Stiel im Bogen nach unten; dabei richten sich basifugal die Fiedern empor, biegen sich nach der Seite und öffnen sich basipetal. Bei der basifugalen Aufrichtung der Spindel verschwindet die Biegung der Spreite gegen den sich noch weiter abbiegenden Stiel. — *Juglans regia.*

III. Knl.: Fiedern gerollt, nach oben gerichtet.

Entf. 1. Typus. Fiedern biegen sich ab und öffnen sich dabei bis zur Kahnförmigkeit; Stiel biegt sich ab, wobei die Fiedern ihre endgültige Stellung erreichen und sich ausbreiten. Spitze der Spreite neigt sich im Bogen nach unten und richtet sich basifugal wieder auf. — *Berberis Aquifolium.*

IV. Knl.: Fiedern von beiden Seiten eingerollt, nach oben gerichtet.

Entf. 1. Typus. Spreite biegt sich gegen den Stiel nach hinten, Fiedern biegen sich basifugal nach der Basis und gleichzeitig nach der Seite; Fiedern öffnen sich; Stiel biegt sich ab.

Einzelfälle. a) Erst nachdem jede Fieder ihre endgültige Stellung fast erreicht hat, öffnet sie sich basipetal oder gleichmässig. — *Sambucus nigra.*

b) Biegung der Spreite gegen den Stiel nimmt eine starke, nach unten offene Wölbung an, an der sich auch der Stiel schwach betheiligt. Oeffnung der Fiedern gleichmässig. Aufrichtung der stark hakenförmig gebogenen Spreite basifugal; dabei biegt sich der Stiel völlig ab. — *Pterocarya caucasica.*

2. Typus. Fiedern öffnen sich basipetal und biegen sich schwach nach der Seite; Stiel biegt sich in sanftem Bogen ab, Spindel schwach gegen den Stiel. Erst dann erreichen die schon fast vollständig geöffneten Fiedern ihre endgültige Stellung. — *Staphylea pinnata.*

V. Knl.: Fiedern von beiden Seiten zurückgerollt, nach oben gerichtet.

Entf. 1. Typus. Fiedern entrollen sich basifugal und biegen sich basipetal nach der Seite; Stiel biegt sich ab. — *Potentilla fruticosa.*

2. Typus. Spreite, die in der Knl. nach vorn geneigt ist, biegt sich gerade. Während der Abbiegnng des Stieles biegen sich die Fiedern basifugal nach ihren Plätzen; Fiedern entrollen sich gleichmässig bis zu schwacher Winkelstelligkeit. — *Phellodendron amurense.*

δ. Blatt doppelt gefiedert.

I. Knl.: Untere Fiedern zusammengelegt, nach oben gerichtet, obere gefiedert; Fiederchen zusammengelegt, nach oben gerichtet. Spitze des Blattes nach vorn gebogen.

Entf. 1. Typus. Spreite biegt sich schwach gegen den Stiel nach hinten, wobei sich basifugal an der Spindel die Fiedern bis zur Winkelstelligkeit öffnen; dabei biegen sie sich nach der Basis hin und dann nach der Seite. Die Fiederchen an den oberen Fiedern öffnen sich, nachdem sich diese abgebogen haben, von der Basis der Fieder beginnend, biegen sich nach der Seite und dann nach der Spindel zu. Weitere Ausbreitung der Fiedern und Fiederchen vom Rande her, indem sich dieser nach unten umbiegt, was nach der Mitte fortschreitet. Unterdessen hat sich der Stiel abgebogen, und die Spindel sich im oberen Theil nach unten gewölbt, was basifugal verschwindet. — *Gymnocladus canadensis.*

II. Knl.: Fiedern zusammengelegt, nach oben gerichtet; Fiederchen meist eckig gerollt, nach oben gerichtet.

Entf. 1. Typus. Spitze der Spreite biegt sich nach hinten, und dies schreitet schwach nach der Basis fort, wodurch die Fiedern nach der Basis gerichtet werden. Oeffnung beginnt an der Spitze, indem hier die Fiederchen, die durch Oeffnen der Fiedern frei geworden sind, sich abrollen und dies basipetal am Blatt fortschreitet; Fiedern und Fiederchen biegen sich basifugal nach der Seite und breiten sich dabei völlig aus; Stiel biegt sich ab und dabei die Spreite gegen ihn. — *Aralia sinensis.*

Verzeichniss

der untersuchten Pflanzen, nach Familien in der Reihenfolge bei Engler-Prantl geordnet*).

Piperaceae.
- *Piper Betle* A. VII. 2.

Juglandaceae.
- *Juglans regia* B γ. II. 5.
- *Pterocarya caucasica* B γ. IV. 1 b.

Salicaceae.
- *Populus alba* A. XI. 4 a.
- *nigra* A. XI. 4 a.
- *Salix cinerea* A. VIII. 1 b.
- *hastata* A. VIII. 1 b.
- *Petzoldi* A. VIII. 1 b.

Betulaceae.
- *Alnus incana* A. IV. 2 b.
- *Betula verrucosa* (*alba*) A. IV. 2 a.
- *Carpinus Betulus* A. IV. 2 b.
- *caroliniana* A. IV. 1 b.
- *Corylus americana* A. IV. 4 a.
- *Avellana* A. IV. 4 a.
- *Ostrya carpinifolia* A. IV. 1 a.

Fagaceae.
- *Castanea vulgaris* (*vesca*) A. IV. 6d.
- *Fagus silvatica* A. IV. 3.

*) Die Buchstaben und Zahlen hinter den Namen verweisen auf die Rubriken im speciellen Theil, in denen die Entf. der betr. Pflanzen beschrieben ist.

Quercus Aegilops A. IV. 6 b.
Cerris A. IV. 6 b.
imbricaria A. XIV. 2 a.
pannonica A. IV. 6.
pedunculata A. IV. 6 a.
sessiliflora A. IV. 6 a.
tinctoria A. IV. 6 c.

Ulmaceae.
Ulmus americana A. IV. 1 b.
fulva A. IV. 1 b.
Zelcowa crenata A. IV. 7 b.

Moraceae.
Chlorophora tinctoria A. II. 4 d.
Ficus Carica A. VIII 3 a.
quercifolia A. II. 2 b.
religiosa A. IX. 2 a.
repens A. VI. 3.
stipulata A. VI. 4.
Morus alba A. IV. 5 c.
lucida A. IV. 5 c.
nigra A, IV. 5 a.

Proteaceae.
Banksia integrifolia A. VI. 4 d.

Aristolochiaceae.
Aristolochia Sipho A. II. 5 a.
tomentosa A. II. 4 b.

Amarantaceae.
Bosia Yervamora A. VI. 4 e.

Nyctaginaceae.
Muehlenbeckia sagittifolia A. XIV. 3.

Magnoliaceae.
Liriodendron Tulipifera A. II b. 1.
Magnolia acuminata A. II. 4 f.
Campbelli A. II a. 1 a.
Kobus A. II a. 1 b.
obovata A. II a. 1 c.
speciosa A. II a. 1 b.
tripetala A. II a. 1 c.

Trochodendraceae.
Cercidiphyllum japonicum A. XI. 2 b.

Ranunculaceae.
Clematis Vitalba B γ. II. 4 k.

Berberidaceae.
Berberis Aquifolium B γ. III.
integerrima A. VIII. 4 b.

Calycanthaceae.
Calycanthus occidentalis A. I. 1 a.

Lauraceae.
Lindera Benzoin A. X. 1.
Sassafras officinale A. VIII. 4 a.

Saxifragaceae.
Deutzia gracilis A. VI. 2 a.
Hydrangea arborescens A. VI. 5 d.
Hortensia A. VI. 4 c.
nivea A. VI. 4.
pinnata A. I. 2.
rosea-alba A. VI. 4.
scandens A. VI. 5 e.
sinensis A. XIV. 2.
Itea virginica A. VIII. 2.
Philadelphus coronarius A. III. 2 b.
microphyllus A. I. 1.
Ribes cereum A. V. 1 a.
divaricatum A. V. 1 a.
floridum A. V. 1 a.
Grossularia A. V. 1 a.
sanguineum A. V. 4 a.
saxatile A. V. 1 a.

Hamamelidaceae.
Fothergilla Gardeni A. IV. 3 a.
Hamamelis virginiana A. IV. 5.
Liquidambar styraciflua A. V. 1 b.
Parrotia persica A. IV. 5.

Platanaceae.
Platanus occidentalis A. XV. 1.

Thymelaeaceae.
Daphne Mezereum A. VIII. 4 b.

Rosaceae.
Comarum palustre B γ. II. 4 g.
Cotoneaster integerrima A. II. 4 a.
rotundifolia A. II. 4 a.
Mespilus (Crataegus) coccinea A. IV. 7 a.
Mespilus germanica A. IX. 1 b.
Mespilus (Crataegus) Oxyacantha A. V. 1 a.
Neviusia alabamensis A. IV. 5 c.
Nuttallia cerasiformis A. VIII. 3a.
Pirus Aria A. IV. 7 a.
Aucuparia B γ. II. 4 a.
communis A. XI. 2 c.
elaeagnifolia A. XI. 1 e.
pinnatifida A. IV. 3.
spectabilis A. VIII. 3 a.
Potentilla fruticosa B γ. V. 1.
Prunus Armeniaca A. VI. 6 a.
Laurocerasus A. II. 4 c.
Padus A. II. 2 a.
paniculata A. II. 1 b.
Persica A. II. 4 a.
Pseudocerasus A. II. 4 b.
sibirica A. IX, 2.
Rhodotypus kerrioides A. IV. 5 d.
Rosa rugosa B γ. II. 1 a.
Rubus odoratus A. V. 4 a.
Spiraea chamaedryfolia A. XI. 1 b.
laevigata A. VII. 1 c.
opulifolia A. V. 4 a.
Stephanandra flexuosa A. V. 3 b.

Leguminosae.
Calophaca wolgarica B γ. II. 4 f.
Caragana arborescens B γ. II. 4.
Cercis canadensis A. II. 1 u. 1 a.
Siliquastrum A. II. 1 u. 1 a.
Cladrastis tinctoria B γ. II. 3.
Cytisus alpinus B β. II. 1 c
Laburnum B β. II. 1 b.
Gleditschia sinensis B γ. II. 4.
Gymnocladus canadensis B δ. I. 1.
Halimodendron argenteum B γ. II. 2.
Sophora japonica B γ. II. 4 e.

Oxalidaceae.
Oxalis rhombifolia B β. III. 1.

Erythroxylaceae.
Erythroxylon Coca A. XI. 1 a.
Rutaceae.
Phellodendron amurense B γ. V. 2.
Ptelea trifoliata B β. VI. 1.
Xanthoxylum americanum B γ. I. 1.
Simarubaceae.
Ailanthus glandulosa B γ. II. 4 b.
Meliaceae.
Cedrela sinensis B γ. II. 4 h.
Euphorbiaceae.
Adelia Acidoton A. XI. 5 a.
Croton ciliato-glandulosus A. VIII. 3b.
Phyllanthus nervosus A. XI. 2 a.
Anacardiaceae.
Rhus Cotinus A. VI. 5 b.
lobata B β. II. 1 a.
typhina B γ. II. 4 d.
Aquifoliaceae.
Ilex opaca A. II. 5 b.
integra A. VIII. 2.
Celastraceae.
Evonymus europaea A. XI. 4 a.
japonica A. I. 2 a.
latifolia A. VII. 1 a.
Maacki A. XI. 4 a.
verrucosa A. XI. 3.
Staphyleaceae.
Staphylea colchica B β. V. 1.
pinnata B γ. IV. 2.
Aceraceae.
Acer campestre A. V. 3 a.
circinatum A. V. 3 a.
cissifolium B α. I. 3.
palmatum A. V. 2 a.
platanoides A. V. 3 a.
Pseudo-Platanus A. V. 3 a.
rubrum A. V. 3 a.
Hippocastanaceae.
Aesculus carnea B α. I. 2 c.
flava B α. I. 2 a.
Hippocastanum B α. I. 2 a.
parviflora B α. I. 2 b.
Sapindaceae.
Dodonaea viscosa A. VI. 4 d.
Koelreuteria paniculata B γ. II. 4 d.
Xanthoceras sorbifolium B γ. II. 4.
Rhamnaceae.
Rhamnus alpina A. IV. 3.
Frangula A. II. 4 e.
catharticus A. XI. 3 b.
saxatilis A. XI. 3 b.
Vitaceae.
Quinaria (Ampelopsis) quinquefolia B α. I. 1.
Vitis cordifolia A. III. 4 a.
vinifera A. III. 4 b.
Elaeocarpaceae.
Aristotelia Maqui A. VI. 2 d.
Tiliaceae.
Grewia orientalis A. II. 1 c.
Tilia americana A. IV. 5 b.

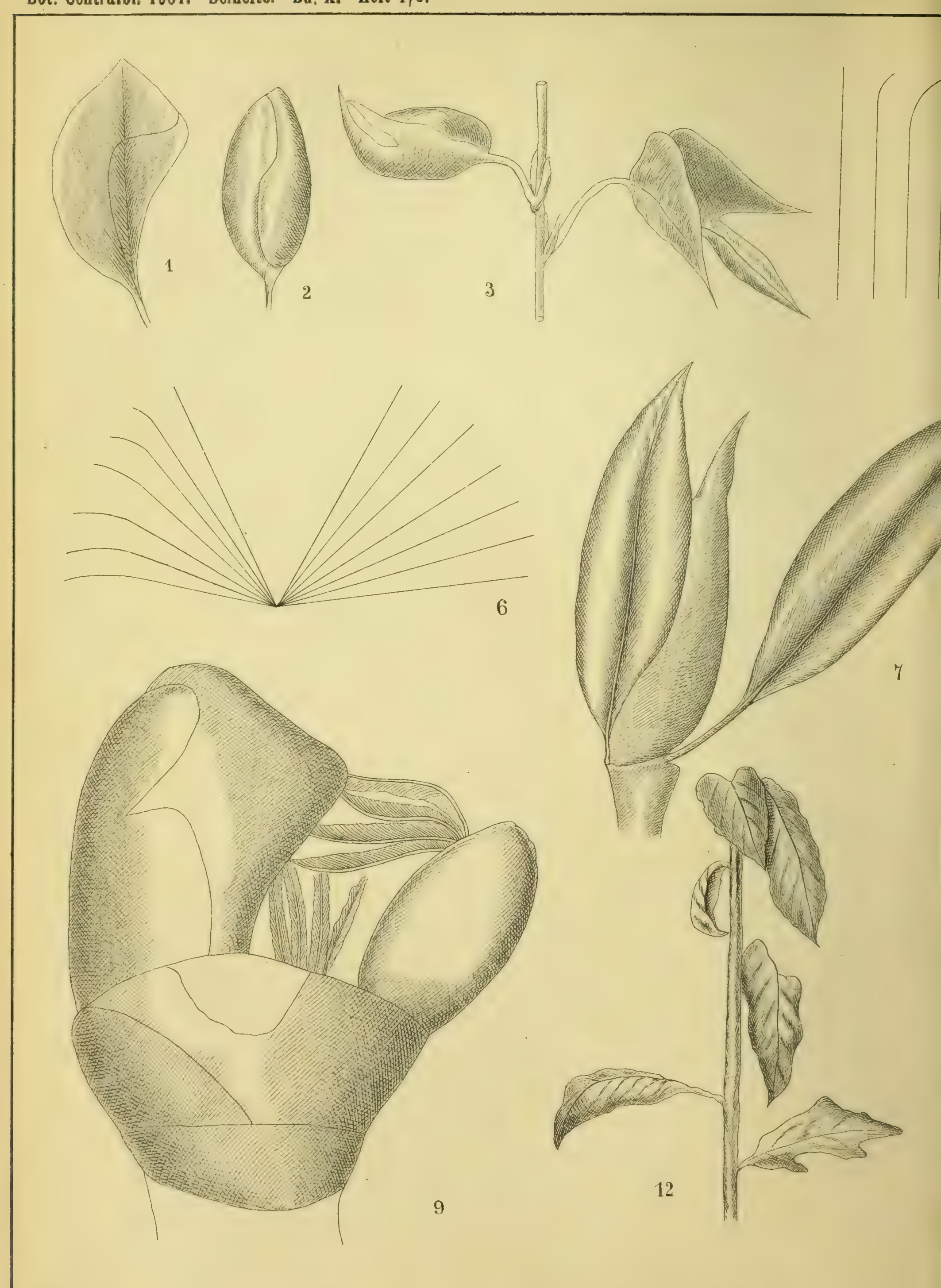
Malvaceae.
Abutilon spec.? B β. IV. 1.
Hibiscus liliflorus A. II. 2 c.
Dilleniaceae.
Actinidia Kolomicta A. VI. 4 a.
Theaceae.
Camellia japonica A. IX. 1 a.
Stachyuraceae.
Stachyurus praecox A. XI. 3.
Cistaceae.
Cistus purpurea A. VI. 2 d.
Flacourtiaceae.
Idesia polycarpa A. XI. 1 c.
Kiggelaria africana A. II. 3.
Passifloraceae.
Passiflora coerulea A. V. 3 c.
Cactaceae.
Peireskia aculeata A. VIII. 1 a.
Elaeagnaceae.
Elaeagnus angustifolia A. III. 3 a.
Onagraceae.
Fuchsia procumbens A. VI. 2.
Myrtaceae.
Eugenia australis A. VI. 2 e.
Ugni A. III. 1 a.
Myrtus myrsinoides A. III. 2.
Melastomataceae.
Centradenia floribunda A. I. 1.
Araliaceae.
Acanthopanax ricinifolius A. V. 4 b.
senticosus B α. II. 1 a.
spinosus B α. II. 1 c.
Aralia sinensis B δ. II 1.
Hedera Helix A. VI. 5 a.
Panax sessiliflorus B α. II. 1 b.
Umbelliferae.
Bupleurum fruticosum A. IX. 1 c.
Cornaceae.
Aucuba japonica A. VI. 4 c.
Cornus alba A. VI. 4 b.
mas A. VI. 4 b.
Helwingia rusciflora A. VI. 3.
Nyssa multiflora var. *biflora* A. II. 2 d.
Clethraceae.
Clethra barbinervis A. VI. 5 b.
Ericaceae.
Rhododendron praecox A. VI. 3 a.
sinense A. XIV. 1.
Plumbaginaceae.
Plumbago capensis A. XI. 3 a.
Sapotaceae.
Sideroxylon Mastichodendron A. II. 2 b.
Ebenaceae.
Diospyros Lotus A. VII. 1 b.
Styracaceae.
Pterostyrax hispida A. IX. 2.
Oleaceae.
Chionanthus virginica A. III. 2 a.
Fontanesia phillyreoides A. III. 2.
Forsythia suspensa A. VI. 3 c.

Fraxinus excelsior B γ. II. 4 i.
Jasminum nudiflorum B β. I. 1.
Olea Aquifolium A. VI. 5 g.
Syringa vulgaris A. VI. 5 d.
Loganiaceae.
Buddleia japonica A. I. 1 c.
Borraginaceae.
Cordia thyrsiflora A. VIII. 4 c.
Labiatae.
Ballota Pseudodictamnus A. XIII. 1.
Phlomis fruticosa A. VI. 1.
Pogostemon Patchouli A. VIII. 2 a.
Solanaceae.
Cestrum Warszewiczii A. II. 2 e.
Datura bicolor A. III. 3.
Lycium Barbarum A. VI. 2 c.
Solanum Dulcamara A. VI. 3 b.
Scrophulariaceae.
Halleria lucida A. VI. 2 b.
Phygelius capensis A. I. 1 b.
Bignoniaceae.
Catalpa Bungei A. VI. 5 c.
Tecoma radicans B γ. II. 4 c.
Acanthaceae.
Eranthemum leuconeurum A. I. 1.
Caprifoliaceae.
Diervilla sessilifolia A. XI. 2 d.
Linnaea (Abelia) biflora A. VI. 2 d.
Lonicera Caprifolium A. XI. 3 c.
Ruprechtiana A. VI. 4 c.
tatarica A. VI. 5 d.
Sambucus nigra B γ. IV. 1 a.
Symphoricarpus racemosa A. VI. 5d.
Viburnum Lantana A. XII. 2.
Opulus A. V. 4 a.
plicatum A. XII. 1.
prunifolia A. XI. 1 d.
Compositae.
Olearia (Eurybia) argophylla A. VI. 5 f.

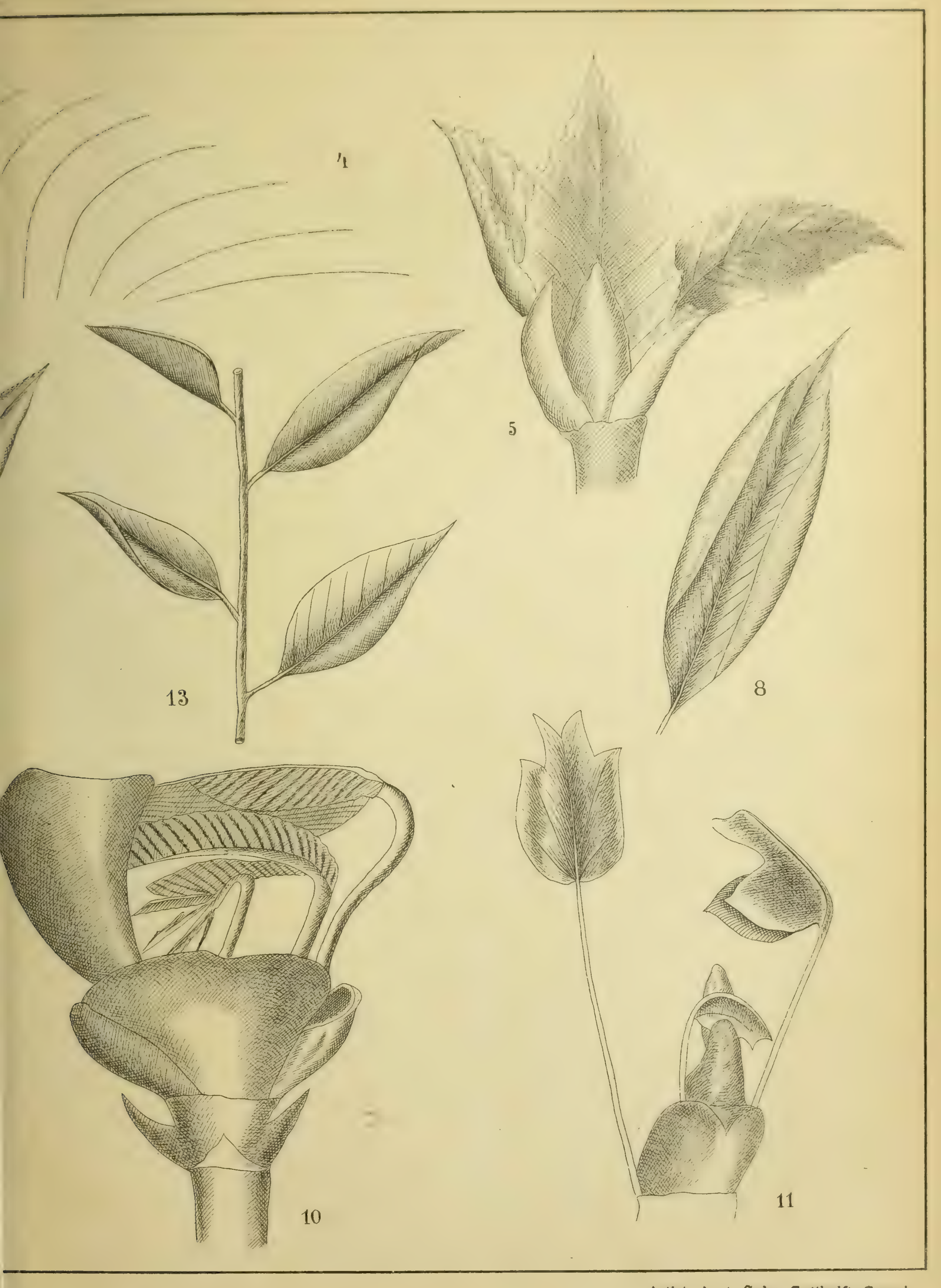
Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. *Corylus Avellana.* Aus der Knospe isolirtes Blatt. Uebergang von der kahnförmigen zur zusammengelegten Knospenlage.
Fig. 2. *Symphoricarpus racemosa.* Knospe. Zwischengerollte Knospenlage wechselt in halber Höhe um.
Fig. 3. *Abutilon* spec.? Biegungen des Blattstieles bei der Entfaltung.
Fig. 4. Schema zur Veranschaulichung der von der Spitze nach der Basis fortschreitenden Biegung der Spreite gegen den Stiel.
Fig. 5. *Betula verrucosa (alba).* Austreibende Winterknospe. Biegung der Spreite gegen den Stiel schreitet von der Spitze nach der Basis fort.
Fig. 6. Schema. Erklärung im Text.
Fig. 7. *Magnolia Kobus.* Verschiedene Stadien der Blattentfaltung.
Fig. 8. *Magnolia Kobus.* Sich entfaltendes Blatt von unten gesehen.
Fig. 9. *Aesculus carnea.* Austreibende Winterknospe.
Fig. 10. *Aesculus carnea.* Austreibende Winterknospe.
Fig. 11. *Liriodendron Tulipifera.* Verschiedene Stadien der Blattentfaltung.
Fig. 12. *Quercus Aegilops.* Verschiedene Stadien der Blattentfaltung.
Fig. 13. *Cladrastis tinctoria.* Stück eines sich entfaltenden Fiederblattes. Fiedern in verschiedenen Stadien der Oeffnung.





Hinze del.



Artist. Anst. Gebr. Gotthelft. Cassel.



Beiträge zur mechanischen Theorie der Blattstellungen bei Zellenpflanzen.

Von

Dr. Hans Seckt

in Berlin.

Mit 2 Tafeln.

Die in der „Mechanischen Theorie der Blattstellungen" ausgesprochenen Gesetze der Stellungsverhältnisse seitlicher Glieder an einem Mutterorgane waren von Schwendener ursprünglich unter vorwiegender Berücksichtigung der Gefässpflanzen aufgestellt worden.

Es lag indessen nahe, über diese Beschränkung hinauszugehen und die Theorie auch auf Zellenpflanzen auszudehnen, soweit sich bei diesen in Bezug auf die Frage nach der Stellung der Blätter Analogieen mit den Spiralstellungen der höheren Pflanzen auffinden liessen.

Und derartige ähnliche Verhältnisse zeigen sich in verschiedenen Abtheilungen des Pflanzenreiches gar nicht selten. Es lassen sich namentlich Algen und Moose als Beispiele hierfür anführen. Schwendener selbst hat einige dieser niederen Pflanzen auf die Blattstellungsverhältnisse hin untersucht. In den bei weitem meisten Fällen war es möglich, eine mechanische Erklärung für die Entstehung der spiraligen Anordnung der Blätter zu geben. Wo eine regelmässige Stellung nicht vorlag, da handelte es sich eben um Fälle, die gar nicht in den Rahmen der Schwendener'schen Theorie hineingehörten, z. B. um völlig regellose Stellungen. Oefter wurden der Blattstellungstheorie auch Aufgaben gestellt, die überhaupt nicht in ihrem Bereiche lagen, z. B. Gestaltungsverhältnisse zu erklären.

Es lag also häufig bei den offenen Angriffen und den mehr oder weniger versteckten Befehdungen ein vollständiges Verkennen dessen vor, worauf es in der Theorie ankommt, worauf allein der Nachdruck zu legen ist.

Auch durch Arbeiten von Schülern Schwendener's ist die Blattstellungstheorie weiter ausgebaut worden, und zwar vornehmlich mit Beziehung auf die höheren Pflanzen. Doch ist gerade neuerdings ein seit langer Zeit unbearbeitet gebliebenes Gebiet in den Kreis der Betrachtung gezogen worden, die Frage nach den Blattstellungen bei den Laubmoosen, und zwar durch eine

Abhandlung von Correns „Ueber Scheitelwachsthum, Blattstellung und Astanlagen des Laubmoosstämmchens“*).

Die folgenden beiden Abhandlungen beabsichtigen, einen weiteren Beitrag für die Anwendung der Mechanischen Theorie auf die Stellungen der Blätter bei Zellenpflanzen zu liefern. Die erste ist als eine Fortsetzung der genannten Correns'schen Arbeit aufzufassen, die zweite soll eine Ergänzung und weitere Ausführung sein zu der unter dem gleichen Titel im Anfange der 80. Jahre erschienenen Abhandlung Schwendener's.

Beitrag zur Lehre von den Blattstellungen bei Laubmoosen.

(Hierzu Tafel I.)

Die Frage nach dem Zustandekommen der von der regelmässigen Stellung nach $^1/_3$ abweichenden spiraligen Anordnung der Blätter bei den Laubmoosen ist schon seit längerer Zeit Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Der erste, der genauere Studien hierüber anstellte, war Nägeli, der aber selbst nur das Verhalten des Scheitels bei *Sphagnum* näher untersuchte **). Dann folgte P. G. Lorentz, der in seinen „Moosstudien“ vom Jahre 1864 auch auf diesen Punkt zu sprechen kommt. Er führt die Blattstellung bei den *Muscineen* darauf zurück, dass „jedes Blatt mit seiner anodischen Seite ein Weniges über die katodische des nächst jüngeren übergreift“ (p. 20 f.). Dies ist das Verhalten in der Scheitelzelle, d. h. bei der Abtrennung eines neuen Segmentes in dieser, das bei den älteren Blättern zwar im Grossen und Ganzen noch das nämliche ist, aber doch weniger deutlich hervortritt.

Lorentz äussert sich, wie ersichtlich, nur sehr kurz und wenig eingehend über die Stellung der Blätter am Moosstämmchen; er beschreibt im Wesentlichen die Vorgänge, wie sie sich in der Scheitelzelle selber abspielen, das Abtrennen der jüngsten Segmente, oder, präciser ausgedrückt, die Anlage der jüngsten Segmentwände. Er nimmt an, das damit auch die Spiralstellung der Blätter gegeben sei. Diese Annahme war ganz im Sinne Nägeli's gemacht, nach dessen Auffassung die gesammte Blattstellung durch den Einfluss der Alles beherrschenden Scheitelzelle bestimmt wird.

Dieser Ansicht schliesst sich auch Wilhelm Hofmeister an. Allerdings macht er sich bis zu einem gewissen Grade von der Nägeli'schen Theorie unabhängig, indem er auch den bereits vorhandenen Seitengliedern an einem Sprosse einen gewissen, nicht zu unterschätzenden Einfluss auf den Ort der Anlage eines neuen Organes zugesteht, damit also ein Inkrafttreten äusserer, mechanischer Factoren anerkannt. Die Bedeutung dieses Fortschrittes wird freilich dadurch wieder in erheblichem Masse ab-

*) Festschrift für Schwendener, Berlin 1899.

**) Nägeli und Cramer, Pflanzenphysiologische Untersuchungen. 1855.

geschwächt, dass Hofmeister selbst später zu seinen eigenen richtigen Beobachtungen Deutungen giebt, die der Wirklichkeit vollkommen widersprechen und aus denen hervorgeht, wie wenig sich Hofmeister im Grunde genommen dem Einflusse der Nägeli'schen Anschauungsweise thatsächlich zu entziehen vermocht hatte.

Die nächstälteren Blätter bilden also nach Hofmeister einen wichtigen Factor in Bezug auf den Entstehungsort neuer Sprossungen, und zwar kommt dabei besonders eine nachträglich eintretende Verbreiterung der Basen dieser Blätter in Betracht. Hofmeister führt zweierlei Möglichkeiten an, in welcher Weise dieses Breitenwachsthum erfolgen kann.

Die beiden Seitenränder der Blattbasis können nämlich entweder gleich stark wachsen, oder das Wachsthum des einen Randes überwiegt das des anderen. An den jüngsten, der Spitze des Sprosses zunächst stehenden Blättern soll das gleichmässige Wachsthum vorherrschen, dagegen eine Förderung des Breitenwachsthums des einen Seitenrandes vor dem andern meistens in tieferen Regionen eintreten, d. h. an Blättern, die nicht mehr zum obersten „Umgang des Stellungsverhältnisses" gehören.

Ist nun auch als unbedingt richtig zuzugeben, dass die Stellung und Grössenverhältnisse der nächst älteren Seitenorgane für die Anlage eines neuen Blattes von hoher Bedeutung sind, so muss doch bemerkt werden, dass der Werth, welchen Hofmeister auf die Verbreiterung der Blattbasen legt, und besonders auf das ungleiche Wachsthum der beiden Blattränder, von ihm entschieden zu hoch angeschlagen wird. Es wäre zwar sehr wohl denkbar, dass die Eigenthümlichkeit der unsymmetrischen Verbreiterung eine Verschiebung des neuentstehenden Organes nach der einen oder anderen Seite hin hervorrufen könnte, und dass sie dadurch zum Zustandekommen einer bestimmten Blattstellung beitragen könnte; wie weit jedoch dieser Einfluss reicht, ob wirklich die Blattstellung bei denjenigen Species, welche mit unsymmetrischen Blättern wachsen, wesentlich andere Divergenzen aufweist, als bei denen, deren Blattränder gleichmässige Ausbildung zeigen, ist meines Wissens noch nicht untersucht worden. So viel aber ist sicher: die Divergenzen der Blattspirale werden niemals dadurch allein bestimmt. Das ist bereits von Correns mit absoluter Gewissheit dargethan worden*).

Der Ausschlag gebende Factor kann dieses ungleiche Wachsthum der Blattränder ja schon deshalb nicht sein, weil es keineswegs eine allgemein verbreitete Erscheinung bei den Moosen ist, ja nicht einmal bei allen Gliedern einer Species regelmässig zu beobachten ist.

Noch einen anderen Factor möchte ich erwähnen, dem Hofmeister für die Entstehung der Blattspirale glaubte Bedeutung beilegen zu müssen; es ist dies der Einfluss, den die Zeit be-

*) a. a. O. p. 391.

sitzt, d. h. die Geschwindigkeit, mit welcher die successive Entstehung neuer Organe am Vegetationspunkte eines Sprosses vor sich geht. Entstanden die jungen Blätter rasch hintereinander, so fehlte es, meinte Hofmeister, den einzelnen Gliedern an der nöthigen Zeit, sich in normaler Weise auszubilden. In Folge dessen drängten sich die Blätter zusammen, wodurch höhere Divergenzen in der Stellung der Blätter herbeigeführt würden.

Diese Annahme Hofmeister's ist nun freilich gänzlich verfehlt; denn es ist für die resultirende Blattspirale in Wirklichkeit ohne jeden Belang, ob die Entstehungsfolge der jüngsten Seitenglieder eine rasche oder eine verzögerte war.

Versuchte Hofmeister also für gewisse Erscheinungen und Wachsthumsvorgänge am Vegetationspunkt mechanische Erklärungen beizubringen, so war er doch, wie ich schon oben erwähnte, noch zu sehr in der Anschauuungsweise seiner Zeit befangen, als dass er sich hätte in den Fällen, wo es sich um ein Wachsthum mit einer Scheitelzelle handelte, von den herrschenden Ideen frei machen können.

Man glaubte eben nach Nägeli's Vorgange ganz allgemein, dass die Scheitelzelle, wo eine solche vorhanden, alles beherrsche, d. h. dass die Anordnung der Blätter in der Spirale durch die Vorgänge in der Scheitelzelle bestimmt würde. Schwendener war es, der zuerst durch seine Untersuchungen an höheren Kryptogamen es als absolut sicher erwies, dass die Segmentirung innerhalb der Scheitelzelle und das Zustandekommen der Blattspirale zwei Processe seien, die gar uichts mit einander zu thun hätten, dass zwischen Segment- und Blattspirale ein Abhängigkeitsverhältniss thatsächlich nicht bestehe*).

Es stellte sich nämlich heraus, dass die Richtung, in der die Segmente innerhalb der Scheitelzelle abgeschieden wurden, mit dem Verlaufe, den die Spirale der fertigen Blätter nahm, keineswegs immer übereinstimmte, dass beide Spiralen vielmehr gar nicht selten einen zu einander antidromen Verlauf zeigten.

Es musste einleuchten, dass in diesem Falle von einer Abhängigkeit der Blattspirale von der Scheitelzellsegmentirung schlechterdings nicht die Rede sein konnte.

Von besonderer Beweiskraft scheint mir das Verhalten einiger mit zweischneidiger Scheitelzelle wachsender Kryptogamen zu sein, bei denen die resultirende Blattstellung entweder, wie bei *Struthiopteris germanica,* eine spiralige mit Divergenzen der Hauptreihe ist, oder auch, wie bei *Salvinia natans,* eine quirlig angeordnete. Letztere hängt nun zwar, eben der quirligen Anordnung wegen, nicht unmittelbar mit der Spiraltheorie zusammen, zeigt aber doch, dass mit der Scheitelzellsegmentirung die Blattstellung durchaus noch nicht gegeben ist.

---

*) „Ueber Scheitelwachsthum und Blattstellungen". (Sitzungsber. der Berl. Acad. der Wissensch. 1885. p. 921—937. Abschn. II.)
S. Schwendener, Ges. Botan. Mittheil. Bd. I. p. 143—162.

Vielleicht liessen sich hier auch einige Laubmoose anführen, die ein ziemlich auffallendes Verhalten zeigen. Doch will ich sogleich im Voraus bemerken, dass mir die Vorgänge, um die es sich dabei handelt, noch keineswegs zweifellos klargelegt scheinen, dass ich nur der Vollständigkeit halber davon glaube Notiz nehmen zu sollen. Es handelt sich um *Schistostega* und um *Dicranum flagellare.* Das erstgenannte Moos ist von Leitgeb zum Gegenstande einer kleinen Abhandlung gemacht worden*). Er fand, dass die sterilen Sprosse bei einem Wachsthum mit dreiseitiger Scheitelzelle eine zweizeilige Beblätterung besitzen. Ist es nun auch, wie ich schon erwähnte, noch nicht sicher aufgeklärt, in welcher Weise der Uebergang aus der dreizeiligen Beblätterung in die zweizeilige erfolgt, so könnte doch aus dem Verhalten geschlossen werden, dass die Vorgänge innerhalb der Scheitelzelle für die definitive Blattstellung durchaus nicht so massgeblich sein können, wie man früher annahm. Aehnlich wie die sterilen Sprosse von *Schistostega* verhalten sich die von Correns in seiner oben bereits citirten Abhandlung**) angeführten Bruchäste (Flagellen) von *Dicranum flagellare.* Auch sie wachsen mit dreiseitiger Scheitelzelle, zeigen aber eine Anordnung der Blätter in zwei Längszeilen. Auch hier scheint mir trotz der Deutung, welche Correns giebt, die Frage nach dem Zustandekommen der zweizeiligen Beblätterung ihrer endgiltigen Lösung noch zu harren. Dessenungeachtet trägt auch dieses Beispiel vielleicht ein wenig dazu bei, den Glauben an die Bedeutung der Scheitelzelle im Nägeli'schen Sinne etwas wankend zu machen.

Im Allgemeinen ist nun allerdings das Verhalten der Laubmoose ein derartiges, dass bei ihnen die Blattstellung mit der Segmentabscheidung in der Scheitelzelle in engem Zusammenhange steht. Es lag nahe, Schwendener das Verhalten der Laubmoose als Einwand entgegen zu halten, da bei ihnen seine Behauptung, dass zwischen Blatt- und Segmentspirale ein Abhängigkeitsverhältniss nicht bestehe, nicht zuzutreffen schien. In Wahrheit stellen jedoch die Laubmoose keinen Ausnahmefall dar, da die Uebereinstimmung zwischen den beiden Spiralen lediglich darin ihre Begründung findet, dass aus jedem Segment ein Blatt seinen Ursprung nimmt, so dass eine Heterodromie unter den obwaltenden Verhältnissen schlechterdings nicht denkbar ist. Schwendener selbst lehnt es in der oben angeführten Abhandlung***) aus diesem Grunde ausdrücklich ab, den Moosen eine exceptionelle Stellung zuzuschreiben. Um so mehr Verwunderung muss es erregen, wenn er in neuerer Zeit wieder einen Angriff bezüglich dieser Frage erfährt, und zwar von Seiten Goebels.

Dieser Autor stellt nämlich im ersten Theile seiner „Organographie der Pflanzen" †) die Behauptung auf, dass die Blatt-

*) „Das Wachsthum von *Schistostega*". (Mittheil. d. Naturw. Vereins in Graz. Jahrg. 1874.)

**) a. a. O. p. 368.

***) a. a. O. p. 157.

†) Jena 1898, p. 352, These 2.

stellung der Laubmoose bestimmt werde durch die Art und Weise der Scheitelzellsegmentirung, und er zieht daraus die Folgerung: „Die Schwendener'sche mechanische Theorie findet also auf die Moose keine Anwendung". Einen Beweis für die Richtigkeit dieser These zu erbringen, hält Goebel nicht für nöthig, da dieser Gegenstand ja in den Lehrbüchern hinreichend behandelt sei. Ich persönlich habe nun allerdings den Eindruck gewonnen, dass die in den Lehrbüchern aufgeführten Angaben durchaus noch nicht genügen, im Gegentheil recht erhebliche Lücken aufweisen.

Goebel führt die, wie oben gezeigt wurde, von Lorentz herrührende, von ihm (Goebel) und Anderen fälschlich Hofmeister als Autor zugeschriebene*) Ansicht als allein richtig an, die Blattstellung werde bedingt durch das Vorgreifen der neu entstehenden Wände in der Richtung der Blattspirale. Goebel stellt also, wie Nägeli und Hofmeister, die Blattspirale als durch die Scheitelzellsegmentirung gegeben hin, während die Uebereinstimmung der beiden Spiralen sich in Wirklichkeit nur auf ihre Gleichläufigkeit bezieht.

Einer richtigen Vermuthung, welche Vorgänge sich dem thatsächlichen Sachbestande nach bei der Entstehung der Blattspirale abspielen, ist zuerst durch Correns Ausdruck gegeben worden**). Doch harrte die Frage noch ihrer definitiven Entscheidung, wie das auch z. B. aus Correns' Figur 4 hervorgeht***).

Die Hauptfrage, die ich mir als Thema vorgelegt habe, war die nach den Vorgängen bei der Segmentirung der Scheitelzeile: Wie erfolgt die Anlage eines neuen Segmentes, welcher Art sind die hierbei eintretenden Erscheinungen? Der springende Punkt war natürlich die Richtung der neuen Segmentwand, ob sie so angelegt wird, dass sie von Anfang an in anodischer Richtung vorgreift, oder ob die Innenkante †) des jungen Segments parallel zu seiner Aussenwand entsteht, oder, was dasselbe besagt, parallel zur Innenkante des viertletzten Segmentes bezw. Blattes, d. h. desjenigen Blattes, welches nach innen an das neue Segment grenzt, das also mit letzterem annähernd auf demselben Radius liegt.

Im weiteren Verlaufe dieser Abhandlung werde ich die Aufgabe haben, darzulegen, zu welchen Ergebnissen ich bei meinen speciellen Untersuchungen gekommen bin, für die ich als Untersuchungsobjecte Moose gewählt habe, wie sie in der Umgebung von Berlin häufig vorkommen, mit Vorliebe solche von kräftigem Bau, da bei diesen die ziemlich schwierige Präparation der Scheitelzelle naturgemäss am leichtesten von statten ging. Von pen untersuchten Arten waren hierfür am günstigsten *Dicranum scoparium* und *undulatum*, sowie *Aulacomnium palustre* Schwaegr.

---

*) Auf diesen Irrthum hat, soviel ich weiss, zuerst Correns aufmerksam gemacht, a. a. O. p. 389, Anm.

**) a. a. O. p. 393.

***) a. a. O. p. 392.

†) Ich wähle mit Correns die Bezeichnung „Kante" ihrer Bequemlichkeit halber.

(*Gymnocybe palustris* L.). Befriedigende Resultate — was die Präparation betraf — erzielte ich ferner bei einigen *Polytrichum*-Arten, wie *P. juniperinum*, *commune*, *piliferum*, weiter bei *Hypnum purum* und *H. Schreberi*, sowie bei *Leucobryum glaucum*. Die geringen Verschiedenheiten im äusseren Ansehen der Scheitel der einzelnen Moosarten, in der Form und Stärke der Blattmittelrippe beispielsweise, können als belanglos unerwähnt gelassen werden. Der Habitus der Scheitelzellen ist ja im Grossen und Ganzen so ziemlich der gleiche; kleine Differenzen in der Grösse und Gestalt — ob die Zelle etwas langgestreckt ist, oder sich mehr der Form eines gleichseitigen sphärischen Dreiecks nähert — spielen keine Rolle. Desgleichen braucht auch die Richtung der Segmentspirale nicht in Betracht gezogen zu werden, da es keinen Unterschied macht, ob Links- und Rechtsläufigkeit vorliegt. Um für die Grösse der Scheitelzellen einige Durchschnittszahlen anzuführen, so möge die Angabe genügen, dass die die Winkel des Zelldreiecks halbirenden Geraden im Mittel eine Länge von 0,05 mm bis 0,12 mm besassen.

Die Herstellung der Präparate geschah meist im frischen Zustande — ich cultivirte die Moose unter Glasglocken —, oder in anderen Fällen an Alkoholmaterial. Durch die Art der Aufbewahrung habe ich in der Präparation keinen Unterschied wahrnehmen können, kann also nicht sagen, dass die Scheitel sich nach dem Einlegen in Alkohol besser hätten präpariren lassen, als im Naturzustande, was ja sonst bei vielen Objecten der Fall ist. Alle Schnitte wurden aus freier Hand ausgeführt, zwischen Hollundermark; die Methode, die Moosscheitelspitzen in Paraffin einzubetten und mittels des Mikrotomes zu schneiden, hat sich als nicht günstig herausgestellt. Auch Färbungen mit Hämatoxylin wandte ich an, fand sie jedoch unnöthig. Sie zur Herstellung von Dauerpräparaten anzuwenden, habe ich leider verabsäumt. Die Schnitte wurden nach wenigen Tagen so hell und undeutlich, dass sie sich zur längeren Aufbewahrung als untauglich erwiesen. Unter Umständen erhöhte ein geringer Zusatz von sehr verdünnter Kalilauge oder von Chloralhydrat, ebenfalls in sehr schwacher Concentration zur Anwendung gebracht, die Klarheit des Bildes wesentlich; doch machte eine solche Behandlung die Objecte zur Aufbewahrung noch weniger geeignet. Zur Untersuchung fand ich das Einlegen der Präparate in Glycerin (zur Hälfte mit Wasser verdünnt) am vortheilhaftesten. Der sehr leicht gefährlich werdende Druck durch das Deckgläschen wurde vermittelst eines untergeschobenen Stückchens Glas oder dergl. vermieden.

Auf eine bei der Behandlung der Präparate sich leicht einstellende Schwierigkeit möchte ich noch aufmerksam machen. Sie betrifft das Umdrehen des in Glycerin liegenden Schnittes, wenn dieser versehentlich in umgekehrter Lage auf den Objectträger gebracht worden war, so dass die Scheitelzelle nach unten zu liegen kam. Dabei ist dann sehr vorsichtig zu verfahren, damit der Schnitt auf keinen Fall einen Druck erleidet, am besten mit Hilfe einer Nadel und einer Lancette, und besonders darauf zu

achten, dass das Präparat sich nicht schon durch das Abheben des Deckgläschens dreht, oder von seinem Platze verschoben, weggeschwemmt wird.

Alle Scheitel sind mittels der Zeichenkamera aufgenommen worden. Leider habe ich es bei meinen ersten Präparaten unterlassen, die Quertheilungen in den jüngsten, die Scheitelzelle begrenzenden Blättern in der Zeichnung anzugeben, was einen guten Massstab für das Alter derselben abgegeben hätte. Diese Massnahme erweist sich unter Umständen als eine Controlle für die ganze Zeichnung.

Das Wachsthum und die Theilungsvorgänge in der Scheitelzelle erfolgen langsam und regelmässig. Ein neues Segment wird meist erst angelegt, nachdem das nächst ältere Segment bereits eine Blattanlage ausgebildet hat, oder doch jedenfalls dicht vor diesem Process steht. Damit ist jedoch nicht gesagt, dass nicht auch Fälle vorkommen könnten, in denen ein neues Segment gebildet wird, ehe noch im vorhergehenden von einer weiteren Differenzirung auch nur die geringste Andeutung zu bemerken ist. Ich habe derartige Fälle mehrfach beobachten können und einige in den Figuren 7, 8 und 9 zur Darstellung gebracht. Hier weist also die von fertigen jungen Blättern umgebene Scheitelzelle in ihrem Innern zwei Theilungswände auf, die beide deutlich erkennen lassen, dass sie Segmente, keine Blätter abgrenzen. Meistens ist aber, wie schon erwähnt, der vor Entstehung des jüngsten Segmentes abgetrennte Theil der Scheitelzelle bereits zu einem jungen Blatte ausgebildet und zeigt auch nicht selten schon den Beginn einer Quertheilung, eine antikline Wand, mitunter sogar deren zwei oder mehr. In einem Falle (Fig. 3) fand ich die Scheitelzelle von ausserordentlich stark verdickten Wänden eingeschlossen; ein neues Segment war nicht angelegt. Es hatte fast den Anschein, als habe die Zelle ihr Wachsthum eingestellt. Dagegen liess sich jedoch der Einwand erheben, dass die umgebenden Blätter sich sämmtlich noch in sehr jugendlichen Stadien befanden; das zuletzt angelegte Blatt, in der Figur Nr. 5, wies noch gar keine Quertheilung auf, das vorletzte, 4, war einmal, Blatt 3 dreimal antiklin getheilt. Auch in Blatt 2 waren die Theilungsvorgänge noch nicht sehr weit vorgeschritten, wie sich aus den noch sehr in den Anfangsstadien befindlichen Differenzirungen zur Anlage der Mittelrippe ersehen lässt. Das Wachsthum konnte also erst ganz kurze Zeit vor der Untersuchung des Mooses sistirt gewesen sein. Worauf dann aber die auffallende Verstärkung der die Scheitelzelle begrenzenden Wände — und nur an diesen war die Veränderung wahrzunehmen, an den Aussenseiten der genannten Blätter zeigte sie sich nicht, sie waren normal gebaut — beruht, bleibt unklar. Auf einen Quellungsvorgang schien mir ihr Aussehen nicht hinzudeuten, zumal an den Verdickungen eine Braunfärbung der Membran zu beobachten war. Auch hatte ich keines der oben erwähnten Aufhellungsmittel zugesetzt, wodurch etwa eine Quellung hätte hervorgerufen werden können.

Die Stellung, in der die Blätter an den von mir untersuchten Sprossen angeordnet waren, wies in allen Fällen der Hauptreihe angehörende Divergenzen auf. Fast immer wurde bei der Berechnung eine deutlich erkennbare Annäherung an den Grenzwerth gefunden; die Abweichung von 137° 30′ 28″ belief sich häufig nur auf wenige Grade, ja Minuten. Die Differenz war selbstverständlich um so geringer, je weiter die Blätter, die bei der Messung in Betracht gezogen wurden, von der Scheitelzelle entfernt standen, d. h. natürlich, je älter sie waren, wenn also die definitive Stellung bereits völlig oder doch beinahe ganz erreicht war. Wurde die Berechnung an jungen, der Scheitelzelle nahegelegenen Blättern vorgenommen, so stellten sich bisweilen erheblichere Schwankungen und Abweichungen von dem genannten Werthe heraus. Die Blätter wiesen alsdann Divergenzen auf, die merklich kleiner waren als der Grenzwerth, und denen der regelmässigen $^1/_3$-Stellung nahe kamen. Schon aus dieser Beobachtung ergiebt sich, wie mir scheint, die Berechtigung zu der Annahme, dass die Anordnung nach Divergenzen der $^1/_3$-Stellung, worauf die beobachteten Fälle hindeuten, als die ursprüngliche aufzufassen ist, und dass erst durch secundäre Wirkungen eine nachträgliche Abweichung von dieser Stellung herbeigeführt wird. Das ist aber gleichbedeutend mit einem Uebergehen in die höheren Divergenzen der Hauptreihe. Denn dass thatsächlich diese, und nur in ausserordentlich seltenen Fällen einmal eine Nebenreihe*) zu Stande kommt, lehrt die Beobachtung. Auf dieses Factum ist schon mehrfach hingewiesen worden. Bereits die Gebrüder Bravais (1837) constatirten das Vorwiegen dieser Reihe und veranschaulichten es durch Beispiele. Allerdings bezogen sich ihre Untersuchungen nur auf die fertigen Stadien, die Entwickelung fand bei ihnen keine Berücksichtigung; daher ist auch die Frage nach den etwa vorkommenden Verschiebungen und nach dem Zustandekommen der Hauptreihe von ihnen nicht gestellt worden.

Auch Hofmeister lässt diesen letzteren Punkt unerwähnt und bietet für das Verschiebungsproblem keine eigentliche Lösung.

Vom Grenzwerth und von den Umständen, welche eine Annäherung an denselben, oft bis auf wenige Minuten oder Sekunden, herbeiführen, spricht er nicht. Er sagt vielmehr, dass der Versuch der Brüder Bravais, darzulegen, „dass es für die meisten im Pflanzenreiche vorkommenden Stellungsverhältnisse nur einen Divergenzwinkel gebe“, nur eine „relative (sehr bedingte) Berechtigung“ besitze. Etwas weiter betont er: „Ueber die Ursache der so auffallenden gemeinsamen Züge der Stellungsverhältnisse giebt die Bravais'sche Darlegung keinen Auf-

*) Hofmeister bildet in der „Allgem. Morphologie“ (Leipzig 1868) auf p. 492 in Fig. 125 einen Fall ab, in dem er bei *Catharinea undulata* (*Athrichum undul.* L.) eine aussergewöhnliche Divergenz der Nebenreihe 1, 3, 4, 7, 11, 18 . . . beobachtet hat.

schluss, und es kann eine mathematische Erörterung der fertigen Zustände überhaupt keinen Aufschluss darüber geben"*).

Hofmeister führt stets — ganz im A. Braun'schen Sinne — immer bestimmte Divergenzen an, die er mit den bekannten Näherungsbrüchen $^5/_{13}$, $^8/_{21}$ u. s. w. bezeichnet. Der entgegengesetzte Vorgang, das Zurückgehen vom Grenzwerth in Folge der Streckung eines Organsystems, bleibt unerwähnt.

Erst Schwendener hat die Frage nach den Ursachen der Verschiebungen mechanisch und entwickelungsgeschichtlich klargestellt und auch das häufige Vorkommen der Hauptreihe zum Gegenstande der Untersuchung gemacht. In Bezug auf den letzteren Punkt will ich hier nur auf seine kleine Schrift hinweisen „Ueber den Wechsel der Blattstellungen an Keimpflanzen von *Pinus*"**), in der der Autor gezeigt hat, dass die bekannten Divergenzen der Hauptreihe immer die grösste Wahrscheinlichkeit haben, zu Stande zu kommen, wenn auch die Anschlussverhältnisse an die vorhergehenden Blätter jedesmal andere sind. Ich sehe nun keinen Grund, anzunehmen, dass die Laubmoose in dieser Beziehung ein abweichendes Verhalten zeigen sollten, da es sich doch auch bei ihnen um Anschlussverhältnisse neuer Seitenorgane an bereits vorhandene handelt.

Es entsteht nun die Frage, ob die ausgesprochene Vermuthung, die $^1/_3$-Stellung bei den Moosen als die ursprüngliche zu denken, durch nähere Begründung ihre Bestätigung findet, ob es, mit anderen Worten, sich beobachten lässt, dass die bisher nur als Möglichkeit angenommene Anordnung nach $^1/_3$ für die Segmente in der Scheitelzelle im Momente ihrer Entstehung auch in Wirklichkeit vorhanden ist.

Auf die Wahrscheinlichkeit wurde schon Correns geführt***), doch ist von ihm ein Beweis hierfür noch nicht erbracht worden. Ich habe nun in einer Anzahl von Fällen diesen Nachweis führen können und gefunden, dass die beobachteten grösseren Divergenzen in der Blattspirale thatsächlich aus der $^1/_3$-Stellung hervorgehen. Diese Stellung ist bekanntlich dadurch charakterisirt, dass jedes neu entstehende Segment dem viertletzten parallel angelegt wird; unter den Laubmoosen ist ja *Fontinalis antipyretica* eines der besten Beispiele dafür. Dieser Parallelismus müsste nun auch bei allen anderen Moosen vorhanden sein, wenn anders meine Behauptung zu Recht bestehen sollte. Und thatsächlich ist es mir gelungen, ihn nachzuweisen. Ich kann daher auf Grund meiner Beobachtungen es als sicher feststehende Thatsache hinstellen:

---

*) Allg. Morphologie. p. 454 (unten) und 455 (oben).

**) Verhandl. des Botan. Vereins der Prov. Brandenburg. 1879. (Sitzungsberichte. p. 109—111.)
S. Schwendener, Gesammelte Botanische Mittheilungen. Bd. I. p. 89—92.

***) a. a. O. p. 392.

Jedes neue Segment wird in der Scheitelzelle der Laubmoose so angelegt, dass seine Innenwand der inneren Kante des viertletzten Blattes genau parallel verläuft. Das anodische Vorgreifen der neu entstandenen Wand kann also unmöglich von Anfang an vorhanden sein; es muss vielmehr das Product einer erst nachträglich zu Stande kommenden Verschiebung sein.

Ich verweise auf meine Zeichnungen, die den Parallelismus mit Deutlichkeit erkennen lassen. Von Wichtigkeit erschienen mir besonders einige Fälle, in denen zur Zeit der Anlage des jüngsten Segmentes das vorhergehende noch keine weitere Ausbildung erfahren hatte, also noch kein junges Blatt darstellte, ein nicht allzu häufig zu beobachtendes Vorkommen, auf das ich weiter oben schon einmal unter Hinweis auf die Figg. 7, 8 und 9 aufmerksam gemacht habe. Diese Stadien stellen gleichsam ein Uebergangsglied dar von der anfänglichen Anordnung nach $^1/_3$ zu den höheren Divergenzen der Hauptreihe. Bei der grossen Klarheit des Bildes, die durch die Schärfe der beiden Theilungswände bedingt ist, bei denen von Wandverdickungen oder dergl. noch keine Rede sein kann, sondern die noch deutlich ihren Charakter als Segmentwände bewahrt haben, kann auch nicht der geringste Zweifel darüber bestehen bleiben, dass es sich in der That um einen ursprünglichen Parallelismus der inneren Kante des neuangelegten Segmentes zur Innenwand des jedesmal entsprechenden viertletzten Blattes handelt, und dass die später zu beobachtende Abweichung aus diesem Parallelismus hervorgegangen ist. Unter den von mir untersuchten Fällen liessen sich nun unschwer verschiedene Grade der Abweichung wahrnehmen. Die Messungen des Winkels, um den die Innenwand des fraglichen Segmentes von der Richtung der äusseren differirte, ergaben für den kleinsten, von mir noch genau zu messenden Winkel eine Grösse von 10° (Fig. 7). Sie wurden in der von Correns angegebenen Weise ausgeführt. In einigen Fällen schien mir allerdings eine noch wesentlich geringere Differenz wahrnehmbar zu sein; doch konnte ich Messungen derartig kleiner Winkel mit der erforderlichen Genauigkeit nicht ausführen. Im günstigsten Falle konnten sie sich auf 1 bis 2 Grade belaufen, meist wohl nur auf Minuten. Einen Fall, wo der in Rede stehende Winkel nur etwa 1° beträgt, stellt z. B. die von Hofmeister aufgeführte Fig. 124 dar*). Stadien, in denen die Winkel kleiner als 10° waren, habe ich leider nicht mit Sicherheit beobachten können. 10° oder wenig mehr betrug seine Grösse, wenn das betreffende Segment noch nicht zum Blatte geworden war; die Oeffnung des Winkels wird aber schnell grösser, wenn der Uebergang vom Segment zum Blatt vor sich gegangen ist. Ich will weitere Zahlen nicht anführen. Es ist leicht ersichtlich, dass es ohne Schwierigkeit möglich wäre, aus einer unbeschränkt grossen Anzahl von Scheitel-

*) Morphologie, p. 492.

präparaten eine fortlaufende Serie zusammenzustellen, und so das allmähliche Uebergehen aus der $^1/_3$-Stellung zu den vorgerückteren Divergenzen der Hauptreihe zu verfolgen.

Die Frage nach dem Zustandekommen dieser successiven Stellungsänderungen erachte ich nach den Ausführungen Correns' vor der Hand für hinreichend gelöst. Ueber die Wachsthumsvorgänge im Innern der Segmente selbst, und damit über den Grund der wirklichen, der Segmentspirale homodrom verlaufenden Torsion des Scheitels lässt sich natürlich nichts sagen. Nimmt man sie aber als gegeben an, so lassen sich, wie ich glaube erwiesen zu haben, die den Wechsel in der Blattstellung bei den Laubmoosen bedingenden Vorgänge sehr wohl mit Hilfe der Schwendener'schen mechanischen Theorie erklären. Denn dass bei den seitlichen Verschiebungen der Segmente der Einfluss der älteren Glieder der Spirale zur Geltung kommt, scheint mir ganz unzweifelhaft.

Ich möchte noch einmal auf Hofmeister und auf die Theorie, dass die Blattstellung durch Vorgreifen der Blätter in anodischer Richtung entsteht, zurückkommen. Es erscheint verwunderlich, dass gerade Hofmeister, der doch der erste war, der die Frage der Blattstellungen durch Zuhilfenahme mechanischer Factoren zu erklären suchte, und der damit die alte Schimper-Braun'sche, von naturphilosophischen Gedanken getragene „Spiraltheorie“ als eine im Princip falsche stürzte, dass gerade er unter Missachtung seiner eigenen Untersuchungen darauf verzichten konnte, bei den Laubmoosen die Blattstellung als durch mechanische Gründe bestimmt darzustellen. Denn er musste doch, wenn er Präparate, wie das in seiner Fig. 124 abgebildete, beobachtete, auf jeden Fall darauf geführt werden, dass es sich hier nur um ein geringes Abweichen aus einer parallelen Anfangslage handeln konnte, nicht aber um einen von vorneherein vorhandenen, constanten Winkel zwischen Innen- und Aussenwand des jüngsten Segmentes. Und das hat Hofmeister in der That auch für seine Verschiebungstheorie zuerst angenommen. Erst später, nachdem Lorentz seine Theorie ausgesprochen hatte, bekehrte er sich zu dieser und verfiel damit in den Irrthum, die Schiefstellung der Segmentwand in der Richtung der Segment- und Blattspirale als bereits bei der Anlage erfolgend anzunehmen.

Dass diese Annahme, die, wie ich erwähnte, sich bis in die neueste Zeit erhalten hat, thatsächlich falsch ist, und dass es sich in Wirklichkeit bei der Anlage einer neuen Segmentwand im Innern der Scheitelzelle um einen absolut parallel gerichteten Verlauf dieser Wand zur viertletzten, einen Parallelismus, wie ihn Hofmeister schon ganz richtig gefolgert hatte, handelt, glaube ich nachgewiesen zu haben.

Blattstellungen bei *Florideen.*

(Hierzu Tafel II.)

In seiner Abhandlung „Ueber Spiralstellungen bei *Florideen*"*) giebt Schwendener für das Vorkommen steriler Zellen am Stamm eines spiralig beblätterten Polysiphoniatriebes die Erklärung, es würde bisweilen der zwischen Stamm und Blatt zweifellos bestehende Contact zu spät aufgehoben, sodass mit dem Mangel an Spielraum der darüberliegenden Gliederzelle die Gelegenheit genommen würde, sich nach dieser Seite hin vorzuwölben**). Da auf den anderen Seiten die Möglichkeit einer Ausstülpung noch geringer ist, weil daselbst die nächst älteren Seitentriebe noch fester an den Stamm angeschmiegt sind, so ist die natürliche Folge, dass die Zelle steril bleibt. Deutet Schwendener so diese Erscheinungen lediglich als durch mechanische Ursachen bedingt, so sieht Kny dagegen in allen diesen Vorgängen eine der Pflanze eigene innere Anlage, durch die von vorn herein bestimmt wird, welche Zelle ein Blatt ausbilden, welche dagegen steril bleiben soll.

Kny stellt in seiner Arbeit „Ueber Axillarknospen bei *Florideen*"***) die Behauptung auf, dass bei *Polysiphonia sertularioides* regelmässig zwischen den aufeinander folgenden Blättern grössere sterile Intervalle liegen, und dass die Blattstellung bei dieser Species durchweg $1/4$ sei und in keiner Weisse dadurch beeinflusst werde, „ob die aufeinander folgenden Blätter der Spirale aus successiven Gliederzellen oder aus solchen hervorgehen, welche durch einen weiten sterilen Intervall voneinander getrennt sind". Die Divergenz bleibe unverändert $1/4$. Auch mit dieser Aeusserung documentirt Kny seine Ansicht von einem in der Pflanze liegenden „Bauplan", durch welchen die Anlage eines jeden neuen Blattes vorgezeichnet werde.

Ich kann auf Grund meiner Untersuchungen seine Bemerkungen nicht bestätigen. Es ist zwar nicht zu leugnen, dass das von ihm geschilderte Vorkommen mehr oder weniger grosser steriler Intervalle ein sehr häufiges ist, keineswegs aber ist es die Regel oder bildet es gar ein Charakteristicum für die genannte Species. Ich habe im Gegentheil ebenso oft Sprosse von *Polysiphonia sertularioides* gefunden, welche eine lange ununterbrochene Reihe von beblätterten Gliedern (15 und mehr) aufwiesen. Was ferner Kny's Behauptung von der Constanz der Divergenz betrifft, so kann ich sie noch weniger als richtig anerkennen, habe mich vielmehr überzeugt, dass sehr häufig $1/2$-Stellung vorkommt, wie auch Spiralen mit unregelmässigem Verlaufe, d. h. solche, welche Divergenzen aufweisen, die zwischen $1/4$ und $1/2$ liegen.

---

*) Monatsbericht der Berl. Akad. der Wiss. 1880. p. 327—338; S. Schwendener, Ges. Bot. Mittheil Bd. I. p. 93—104.

**) a. a. O. p. 332. Mittheilungen. p. 98.

***) Festschrift zur Feier des hundertjähr. Bestehens d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin (1873). p. 105.

Gerade auf diesen Punkt, der die angeblich unveränderte Divergenz der durch sterile Zellen getrennten Blätter eines Sprosses betrifft, habe ich bei meinen Untersuchungen mein Augenmerk gerichtet, da ich glaube, dadurch einen neuen Beweis für die Richtigkeit der Schwendener'schen mechanischen Theorie der Blattstellungen erbringen zu können.

Ich will im folgenden die Resultate meiner Forschungen wiedergeben. Das Material dazu haben mir in liebenswürdiger Weise die Herren Proff. F. R. Kjellmann-Upsala und M. L. Kolderup Rosenvinge-Kopenhagen zugesandt, und zwar theils als Alkohol-, theils als Herbarmaterial.

Als besonders geeignet für meine Zwecke fand ich *Polysiphonia sertularioides, P. violacea* und *Rhodomela subfusca.* Die letztere zeichnet sich vor den übrigen nur durch etwas stärkere und kürzere Gliederzellen, sowie breitere Seitenorgane aus. Im Uebrigen verhalten sich die drei Species so ähnlich (beide, *Rhodomela* und *Polysiphonia* sind ja nah verwandte Gattungen derselben Familie), dass ich sie glaube zusammen besprechen zu können. Die Präparate habe ich stets in Glycerin betrachtet, und häufig durch Behandlung mit Kalilauge, die ich zur Vermeidung der zu starken Quellung nur in starker Verdünnung anwandte, die Klarheit des Bildes wesentlich zu erhöhen vermocht Die Sprossscheitel präparirte ich in solcher Kürze heraus, dass ich mit dem Object jede beliebige Drehung unter dem Mikroskope ausführen konnte, sowie auch ein Aufrichten der Sprossstücke zur Erlangung der Scheitelansicht ermöglicht wurde.

Die Blattspirale fand ich in der Mehrzahl der Fälle linksläufig. *Rhodomela* wies allerdings ausnahmslos Rechtsdrehung auf. Ob dieses Verhalten für diese Art die Regel ist, oder nur an dem mir zur Verfügung stehenden Material sich zeigte, muss ich unentschieden lassen. Auch K. Rosenvinge hebt das Vorherrschen der Linksläufigkeit der Blattspirale hervor in seiner Abhandlung „Sur la disposition des feuilles chez les *Polysiphonia*"*); doch bemerkt er ausdrücklich, dass die Spirale immer linkswendig sei. Nur einen einzigen Fall von Rechtsläufigkeit habe er beobachten können. Dies kann ich nach meinen Untersuchungen nicht bestätigen; denn wenn auch zugegeben werden muss, dass die bei weitem meisten Fälle eine Linksspirale aufweisen, so ist doch das Vorkommen der entgegengesetzten Richtung keineswegs so selten, wie Rosenvinge es hinstellt. Ich führte ja schon an, dass es bei *Rhodomela* an meinem Material die Regel war.

Worauf das Vorherrschen der Linksläufigkeit zurückzuführen ist, liess sich natürlich nicht beurtheilen, da hierzu eine genaue Untersuchung an frischen, lebenden Pflanzen unumgänglich nothwendig ist, um unter Berücksichtigung sämmtlicher auf das Leben der Algen an Ort und Stelle bezüglicher Factoren, der Standortsverhältnisse, der Einwirkung der Beleuchtung, der Schwerkraft und dergleichen Folgerungen auf die Anlage der

*) Kopenhagen 1888.

ersten Blätter ziehen zu können. Diese Frage gehört allerdings ihrer ganzen Natur nach eher zu den Gestaltungs-, als zu den Stellungsfragen. Falsch wäre es, wollte man daraus, dass sich vor der Hand für die ersten Blattanlagen an der jugendlichen Pflanze noch keine mechanische Begründung erbringen lässt, auf das Verhalten im Allgemeinen bei der Anlage neuer Seitenorgane einen Schluss ziehen.

Wichtiger nun, als die soeben berührte Frage, ist das oben erwähnte Vorkommen von Störungen und Aenderungen im regelmässigen Verlaufe der Blattspirale. Ich werde so vorgehen, dass ich zuerst einige Fälle behandele, in denen die Richtung der Spirale trotz der Divergenzänderungen beibehalten wird, und sodann auf diejenigen Fälle zu sprechen komme, in denen mit der Unterbrechung der Spirale ein Uebergang von einer Richtung in die entgegengesetzte verbunden ist.

Entgegen Kny's Annahme, dass bei *Polysiphonia sertularioides* die Divergenz der Blätter ungeachtet der Unterbrechungen des Blattspiralverlaufes durch sterile Gliederzellen unbedingt 1/4 sei, einer Ansicht, der sich übrigens auch G. Berthold in seinen „Beiträgen zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen“*) in bewusstem Gegensatze zu Schwendener anschliesst, zeigt die in Fig. 5 dargestellte Form nur in den obersten Gliedern 1/4-Spirale. Die unteren Seitenorgane dagegen, von denen aus Mangel an Raum nur die beiden obersten (in der Fig. 0 u. 1) angegeben worden sind, stehen in zweizeiliger Anordnung; die blatttragenden Gliederzellen sind mehrfach durch eine bis drei sterile Zellen von einander getrennt, ein Verhalten, das auch Kny anführt, aus dem er aber keine Folgerung auf die Beeinflussung der Blattspirale zieht. Auch bei Fig. 4 konnte ich das Nichtzutreffen der Kny'schen Angaben betreffs der charakteristischen 1/4-Stellung constatiren. Auch sie weist im Gegentheil eine unregelmässige Anordnung der Blätter mit von 1/4 abweichenden Divergenzen auf. Lassen sich an dem Spross doch Divergenzen wahrnehmen, die mehr als 1/4 des Stammumfanges betragen, den Werth 1/2 jedoch nicht erreichen. Solche Schwankungen in der Divergenz habe ich auch sonst öfter beobachten können (vergl. z. B. Fig. 1, Blatt 2—3, 3—4; Fig. 2, Blatt 0—1, 2—3). Um auf den in Fig. 4 dargestellten Fall zurückzukommen, so wäre noch auf einen Umstand aufmerksam zu machen. Es ist auffallend, dass die unteren Triebe schon eine verhältnissmässig grosse Länge erreicht hatten, ehe die Anlage von Blatt 3 erfolgte. Es liegt hier augenscheinlich die ziemlich

*) Pringsheim's Jahrbücher XIII (1882). p. 654.

Berthold hält allerdings die Annahme einer Contactwirkung bei der Blattstellung für möglich an Spitzen, „welche an jeder Gliederzelle stark entwickelte Blätter tragen“, behauptet jedoch, dass die „anscheinend constante Divergenz rein sekundär erzeugt sei und am Scheitel durchaus fehle, wenn die jungen Blätter nicht in ganz gleichen Intervallen angelegt sind“. Wie Berthold diesen Satz, der meiner Meinung nach einen inneren Widerspruch enthält, verstanden wissen will, ist nicht recht ersichtlich.

seltene Erscheinung vor, dass im Wachsthum des Hauptsprosses ein vorübergehender Stillstand eingetreten ist, während die Seitenglieder in ihrer Grössenzunahme nicht sistirt waren. Ueber die Gründe dieses Verhaltens lassen sich natürlich nur Vermuthungen aufstellen. Vielleicht war die Zeit des Wachsthumsstillstandes eine Periode der verminderten Nahrungszufuhr, während deren ein Weiterwachsen der schlankeren Seitentriebe eher möglich war, als das des reichlicherer Nahrung bedürfenden Stammes. Für diese Ansicht könnte die geringere Dicke des Blattes 2 im Verhältniss zu der der älteren Blätter sprechen.

Die Stellung der Blattanlagen erweist sich also an dem ganzen Scheitel als unregelmässig, und wenn sie sich auch vielleicht nicht durch die Contacttheorie erklären lässt, so spricht sie doch mit aller Entschiedenheit gegen Kny's Auffassung.

Derartige Unregelmässigkeiten, die sich durchaus nicht unter Kny's Gesetz von der Constanz der Divergenzen bringen lassen, habe ich vielfach beobachten können.

Aus allen Fällen ging unzweifelhaft der störende Einfluss hervor, den das Dazwischenliegen steriler Zellen auf den regelmässigen Spiralverlauf ausüben kann. Es muss ja auch einleuchten, dass da, wo sterile Zellen das Hinaufreichen älterer Blattanlagen verhindern, die über dem Intervall liegende blattbildende Gliederzelle ihre Vorwölbung nach allen Seiten hin bilden kann, da nirgend ein Hinderniss vorliegt; und es zeigt sich, dass im gegebenen Falle die Anlage des neuen Blattes thatsächlich auch auf jeder Seite erfolgen kann. Zahlreiche Präparate haben mir das als ganz sicher feststehend erwiesen. Im entgegengesetzten Falle aber, wo die Länge der Blätter die Breite der darüberliegenden sterilen Glieder übertraf, wirkten die ersten bestimmend auf die Richtung der Vorwölbung des jungen Seitenorganes ein.

In einigen Fällen der Unterbrechung des Spiralverlaufes durch sterile Glieder lassen sich die mechanischen Bedingungen, unter deren Einfluss die Anlage eines Blattes erfolgt sein kann, am Präparate nicht mehr erkennen. Es zeigt alsdann ein Blatt eine so regelmässig der herrschenden Spirale eingefügte Stellung, der Abstand von den älteren Trieben ist ein so bestimmter, dass es den Anschein haben könnte, als habe Kny Recht mit seiner Behauptung von der unveränderten Divergenz der Blattanlagen trotz des Intervalles. Da jedoch eine solche mathematische Genauigkeit schwerlich eine Wirkung des Protoplasmas sein kann, so halte ich die naheliegende Annahme für glaubwürdiger, dass ältere Seitentriebe, die auf die Anlage des fraglichen Blattes bestimmend eingewirkt haben, durch die Präparation entfernt worden sind. Einen solchen Fall habe ich in Fig. 3 zur Darstellung gebracht. Ich verweise auf die Stellung des Blattes 3 in dieser Figur. Es ist wahrscheinlich, dass der dem Blatte O vorhergehende, nächstältere, im Bilde nicht mehr vorhandene Seitentrieb, von dem anzunehmen ist, dass er von O um $^1/_4$ des Stammumfanges divergirte, zur Zeit des Entstehens von 3 noch mit der Gliederzelle, aus der dieses Blatt seinen Ursprung nimmt, in inniger

Berührung stand, sodass zwischen seiner Scheitelzelle und der genannten Stammzelle kein Spielraum für eine etwaige Vorwölbung der Zellwand vorhanden war, während Blatt O noch nicht eine solche Länge erreicht hatte, dass es jene Zelle berührte. Daher war auf dieser Seite — auf der entgegengesetzten bildete Blatt 2 ein Hinderniss — die Möglichkeit zum Hervorsprossen eines neuen Seitentriebes gegeben. Analog ist die Stellung von 4 zu erklären, und damit ist der Verlauf einer neuen Linksspirale mit der Divergenz $^1/_4$ ohne weiteres bestimmt, die so lange einen regelmäsigen Fortgang nehmen muss, bis sterile Zellen wieder eine störende Unterbrechung bewirken.

Um noch kurz einige weitere Fälle von Unregelmässigkeiten in der Blattstellung, Abweichungen von der $^1/_4$-Divergenz, anzuführen, verweise ich auf die Figg. 1 und 2. Erstgenannte Figur giebt eine Ansicht von *Rhodomela sulfusca* mit rechtsläufiger Spirale, aus der das Abweichende vom regelmässigen Verlaufe besonders charakteristisch aus dem gegenseitigen Verhältniss der Blätter O und 4 hervorgeht. Denn während 4 der Regel nach in derselben Orthostiche mit O angelegt sein müsste, zeigt das Blatt in diesem Falle wider Erwarten eine starke seitliche Verschiebung in der Richtung nach 1 hin, sodass es eher über diesem Blatt zu stehen scheint. Wodurch diese Abweichung bedingt ist, erscheint unklar, da durch Abhebung des Blattes O vom Stamm hinreichend Raum zur Anlage von 4 gegeben war. Ferner erwähne ich noch die Thatsache, dass zuweilen zwei auf einander folgende Blätter über 180° divergiren, sodass es fast den Anschein haben kann, als zeigte sich inmitten der linksläufigen Spirale ein Uebergehen in die entgegengesetzte Richtung, während indessen die weiteren Blätter im Sinne der ursprünglichen Linksspirale angelegt werden. Einen solchen Fall erläutert die zweite der oben bezeichneten Figuren, in der die Blätter ein derartiges Verhalten aufweisen.

Die letztbesprochene Erscheinung leitet zu den Fällen über in welchen in Folge der Störung der Blattspirale eine Richtungsänderung, d. h. eine Fortsetzung der Schraubenlinie im entgegengesetzten Sinne zu constatiren ist. Ein solches Verhalten ist nicht allzu häufig, und in der Seltenheit des Vorkommens ist vielleicht der Grund dafür zu suchen, dass weder Kny noch Berthold dieser Thatsache Erwähnung thun. Gerade diese Fälle sprechen aber mehr als alle anderen bisher angeführten Beweise gegen die Annahme einer Constanz der Divergenzen.

Ich nahm öfter die Erscheinung wahr, dass zwei durch ein steriles Zwischenglied getrennte Seitentriebe ganz im Kny'schen Sinne zu einander orientirt waren, d. h. um $^1/_4$ des Stammumfanges divergirten. Auf die Anlage des unmittelbar über der sterilen Zelle liegenden Blattes hatte also die sterile Zwischenzelle keinen Einfluss auszuüben vermocht; wohl aber machte dieser sich bei dem Entstehen des nun folgenden, neuen Blattes geltend. Konnten doch die älteren Seitenorgane ihrer zu geringen Länge halber nicht über das blattlose Glied hinaufreichen, daher keinen

Druck auf die Stammzelle bewirken und somit auch nicht die Richtung des neuen Blattes bestimmen. So war nach allen Seiten hin die Möglichkeit der Blattbildung gleich gross. Die Anlage erfolgte nun nicht im Sinne der herrschenden Blattspirale, sondern gerade in der entgegengesetzten Richtung; im Falle einer linksgerichteten Schraubenwindung war also die Fortsetzung ein rechtsläufiges Aufsteigen. Welches nun die Ursachen dafür waren, dass das neue Blatt so angelegt wurde, dass es vom nächst älteren gerade um $^1/_4$ Stammumfang divergirte, lässt sich natürlich nicht sagen; für die mechanische Erklärung fehlen die Anhaltspunkte. Es verhält sich damit, wie mit der Entstehung der ersten Blätter eines jugendlichen Sprosses. Auf diese Frage habe ich ja oben schon hingewiesen.

In einigen Fällen fand ich die älteren Seitentriebe schon so weit vom Stamme abgehoben, ehe das jüngste Blatt angelegt wurde, dass ein Contact zwischen Blättern und Stamm nicht mehr vorhanden war. Dieses Verhalten, verbunden mit dem Einfluss, den das sterile Intervall ausübt, ist als Veranlassung für die auffallende Störung im Spiralverlaufe anzusehen. Die Figg. 6 und 7 erläutern die eben besprochenen Erscheinungen. Im letztgenannten Objecte liegt anscheinend eine Erscheinung vor, die dem auf p. 20 für Fig. 4 geschilderten Falle gleicht. Durch ungleiches Wachsthum des Hauptstammes und der Blätter hatten sich die unteren derselben in Folge der erreichten Längenausdehnung bereits vom Stamme abgehoben, ehe die oberen zur Entwickelung gekommen waren, sodass die obere Spirale ohne Beziehung zur unteren ausgebildet werden konnte.

Damit glaube ich zur Genüge dargelegt zu haben, dass Kny's Ansicht wenig stichhaltig ist, und wie haltlos Berthold's Einwürfe gegen die durch Schwendener gegebene mechanische Erklärung der regelmässigen $^1/_4$-Spirale ist.

Ich will jetzt noch kurz auf eine Schrift von L. Kolderup Rosenvinge, betitelt „Bidrag til *Polysiphonia's* Morfologi“, eingehen, wobei ich mich an das der Arbeit nachgesetzte französische Resumé halten muss*).

Rosenvinge hat seine Untersuchungen hauptsächlich an *Polysiphonia violacea* vorgenommen, die ich selbst, wie oben erwähnt, als Material verwandt habe. Er leugnet das Vorhandensein des Contactes zwischen den jüngsten Blättern und dem Stamm und behauptet, die Seitentriebe seien im Gegentheil von Anfang an vom Hauptspross abgehoben. Diese selbe Behauptung hält er auch noch in der vier Jahre später erschienenen, oben bereits citirten, französisch geschriebenen Abhandlung nachdrücklichst aufrecht**). Um so auffallender ist es, wenn er in derselben Arbeit gleich im nächsten Satze das Vorhandensein eines solchen

*) Kopenhagen. 1884.

**) Ich möchte zu dieser Arbeit bemerken, dass die Disposition, die der Verf. in ihr verfolgt, dieselbe ist, wie in dem genannten „Bidrag etc“, so dass die Reihenfolge der von mir herausgegriffenen Fragen in beiden Abhandlungen die gleiche ist.

Contactes doch zugiebt, allerdings mit der Einschränkung, dass die Blätter in diesem Falle, wo sie, ich wiederhole es, sich an den Stamm anlegen (s'appliquer), wo also doch ein Contact vorhanden ist, dass sie dann bis zu den jüngeren Partien, an denen noch keine Blätter entstanden sind, nicht hinaufreichen (cf. p. 2).

Aber auch diese Bemerkung schränkt Rosenvinge noch ein; denn er giebt zu, dass auch ein solches Hinaufreichen vorkommen könnte; von einem „darüber hinausragen" oder „höher hinaufreichen" (dépasser) könne jedoch niemals die Rede sein. In Folge dessen wäre es auch ausgeschlossen, die Blattspirale auf die Wirkung eines Contactes zurückzuführen. Diese Behauptung muss ich auf Grund der Schwendener'schen Forschungen und meiner eigenen Untersuchungen als durchaus unzutreffend bezeichnen. Die Blätter müssen thatsächlich erst eine gewisse Länge erreicht haben, ehe sie sich vom Stamme abheben, so dass dieser Einwurf gegen die Annahme einer Contactwirkung als hinfällig erscheint.

Rosenvinge schliesst sich des Weiteren an Kny und Berthold an, indem er die Ansicht ausspricht, dass die Divergenz der einzelnen Blätter wie im Anfange, so auch später eine vollkommen regelmässige sei. Die Behauptung einer derartigen Constanz glaube ich oben widerlegt zu haben. Die Anschauung aber, dass in späteren Stadien eine Regelmässigkeit der Blattstellung zu Stande komme, die bei der ersten Anlage noch nicht vorhanden ist, eine Ansicht, die schon Berthold ausgesprochen hat, dürfte wohl auf keinen Fall richtig sein. Ich habe niemals nachträgliche Verschiebungen beobachtet; die Contactwirkung trat vielmehr bei der ersten Anlage der Seitenorgane in Kraft und bestimmte die Richtung, die das junge Blatt nehmen sollte. War dagegen diese Richtung einmal gegeben, so hatte ein etwa noch bestehender Contact keinen weiteren Einfluss mehr auf die Blattspirale.

Sodann kommt Rosenvinge auf die Thatsache zu sprechen, dass eine Stammzelle, aus der ein Blatt hervorgehen soll, von Anfang an hierfür gekennzeichnet sei, dadurch, dass ihre obere Querwand von vorn herein schiefgestellt, auf einer Seite aufgerichtet sei, und zwar auf der Seite, auf der das Blatt angelegt werden soll. Ich habe es nicht für nöthig erachtet, in der vorliegenden Arbeit diese Ansicht, die auch schon von Kny und Berthold ausgesprochen worden ist, noch einmal zu berühren, da ich sie durch die Erwiderung Schwendener's auf Berthold's Einwürfe für vollkommen widerlegt erachte**). Doch will ich jetzt noch in Kürze einige Bemerkungen dazu machen.

Rosenvinge hat, wie aus seinen Abbildungen hervorgeht, stets nur eine Ansicht von den Objecten aufgenommen, anscheinend

---

*) S. Schwendener, „Zur Theorie der Blattstellungen". (Sitzungsberichte der Berl. Academie der Wissenschaften. 1883. Abschnitt VI. p. 769—772.)

S. Schwendener, „Ges. Botanische Mittheilungen". Bd. I. p. 138—142.

die Präparate niemals unter dem Mikroskop gedreht, so dass seine Untersuchungen als unvollständig anzusehen sind. Wenn er z. B. seine Behauptung, dass die Querwände der Zellen von Anfang an auf einer Seite aufgerichtet seien, für den Fall, dass die Zelle zur Anlage eines Seitentriebes „bestimmt" ist, durch seine Figg. 34 und 35*) belegt, so ist dem entgegenzuhalten, dass durch sie gar nichts bewiesen werden kann, da aus ihnen ja nicht hervorgeht, ob nicht auf der dem Beschauer abgekehrten Seite bereits eine Anlage ausgebildet ist. Eine Drehung um 180° ist daher zur Beantwortung der Frage unbedingt erforderlich.

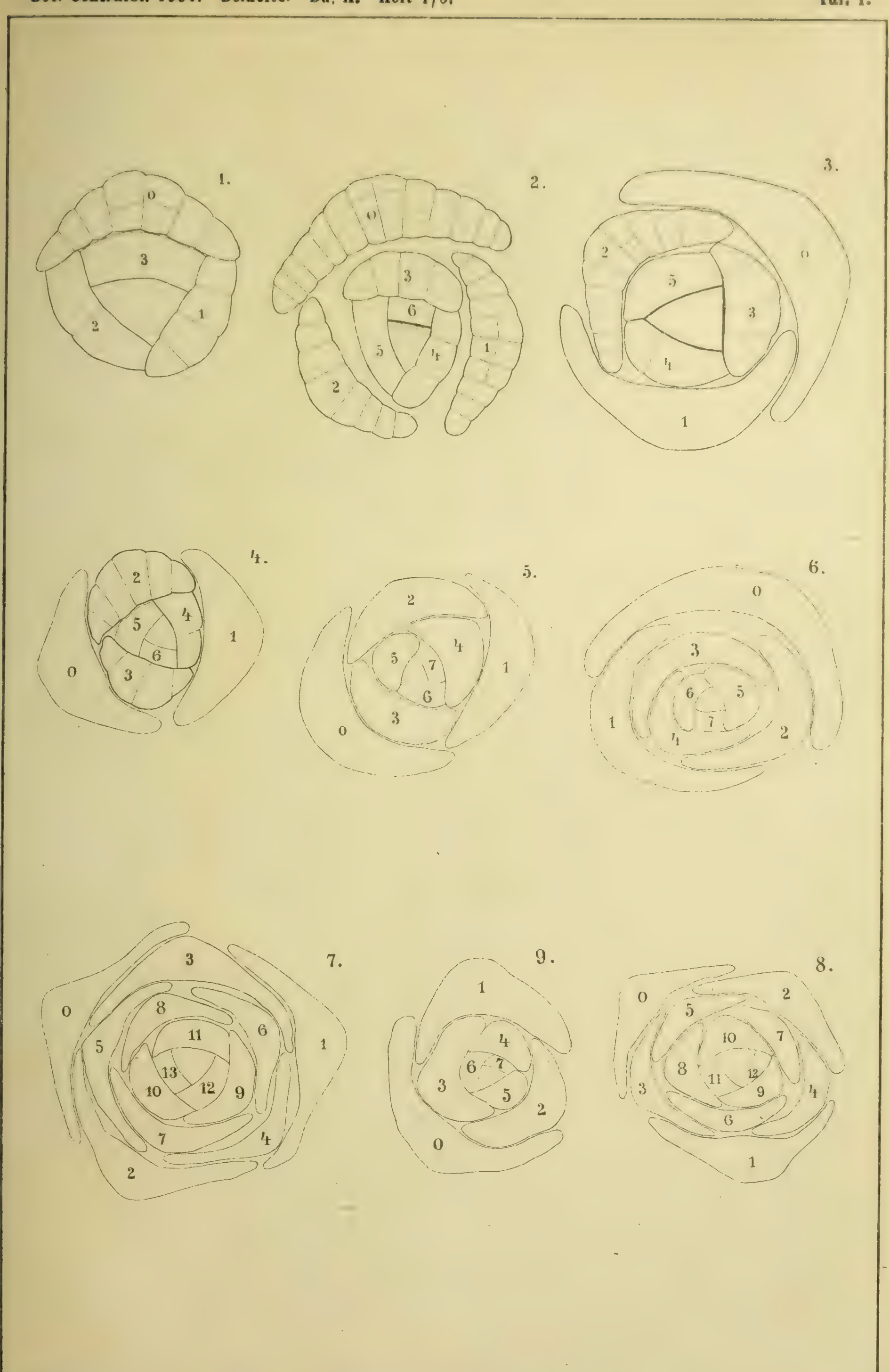
Auch die von Rosenvinge angestellten Studien über Kerntheilungen, wie er sie in der Arbeit vom Jahre 1888 mittheilt, erscheinen mir nicht beweiskräftig. Ich selbst habe zwar mein Augenmerk auf diesen Punkt nicht gerichtet; doch halte ich es vor allen Dingen für äusserst zweifelhaft, ob denn die von Rosenvinge erwähnte Schiefstellung des Zellkerns, die ja wohl vorkommen kann, aus der sich aber doch noch nichts folgern lässt, ob sie auch wirklich der Lage des neu entstehenden Blattes genau entspricht. Nach den Veröffentlichungen von Rosenvinge handelt es sich bei der Schiefstellung des Zellkerns nur um ein Abweichen nach links oder rechts (im optischen Bilde) von der Längsachse der Scheitelzelle, nicht aber nach vorn oder hinten. Wie nun aber weiter, wenn es sich gar nicht um die Scheitelzelle und einen in ihr sich vollziehenden Theilungsvorgang handelt, sondern um eine Gliederzelle, aus der ein Blatt hervorgeht? Wie verhält sich hier der Kern? Und wodurch wird hier die Wand schiefgestellt, einseitig aufgerichtet, wo es sich nicht um eine Bildung einer neuen Wand handelt?

Weiter; es ist ja gar nicht immer die obere Wand, die sich schiefstellt; nicht selten zeigt die untere eine Abwärtsneigung. Was sollte es hierfür für eine Erklärung geben, wenn nicht die, dass es sich dabei um einen secundären Process handeln muss. (Ich möchte als Beispiel für dieses Vorkommen den in Fig. 4 dargestellten Fall anführen. Die Wand zwischen der Gliederzelle, aus der Blatt 4 seinen Ursprung nimmt, und der darunter liegenden Zelle ist schräg abwärts geneigt. Diese letztere Zelle ist steril, folglich kann die Schiefstellung der Querwand nur durch Blatt 4 hervorgerufen sein.)

Ich möchte ferner erwähnen, dass nach meinen Untersuchungen an *Polysiphonia obscura*, einer Species, welche nur äusserst spärlich beblättert ist, und bei der nur an der obersten Spitze des Sprosses Seitenorgane angelegt werden, alle horizontalen Wände durchaus parallel stehen, und dass eine Aufrichtung oder Neigung erst dann zu beobachten ist, wenn bereits deutlich die junge Anlage erkennbar wird. Rosenvinge hat ausserdem seine Untersuchungen an einem nach meinem Dafürhalten für diese Zwecke nicht günstigen Materiale vorgenommen; denn zur

---

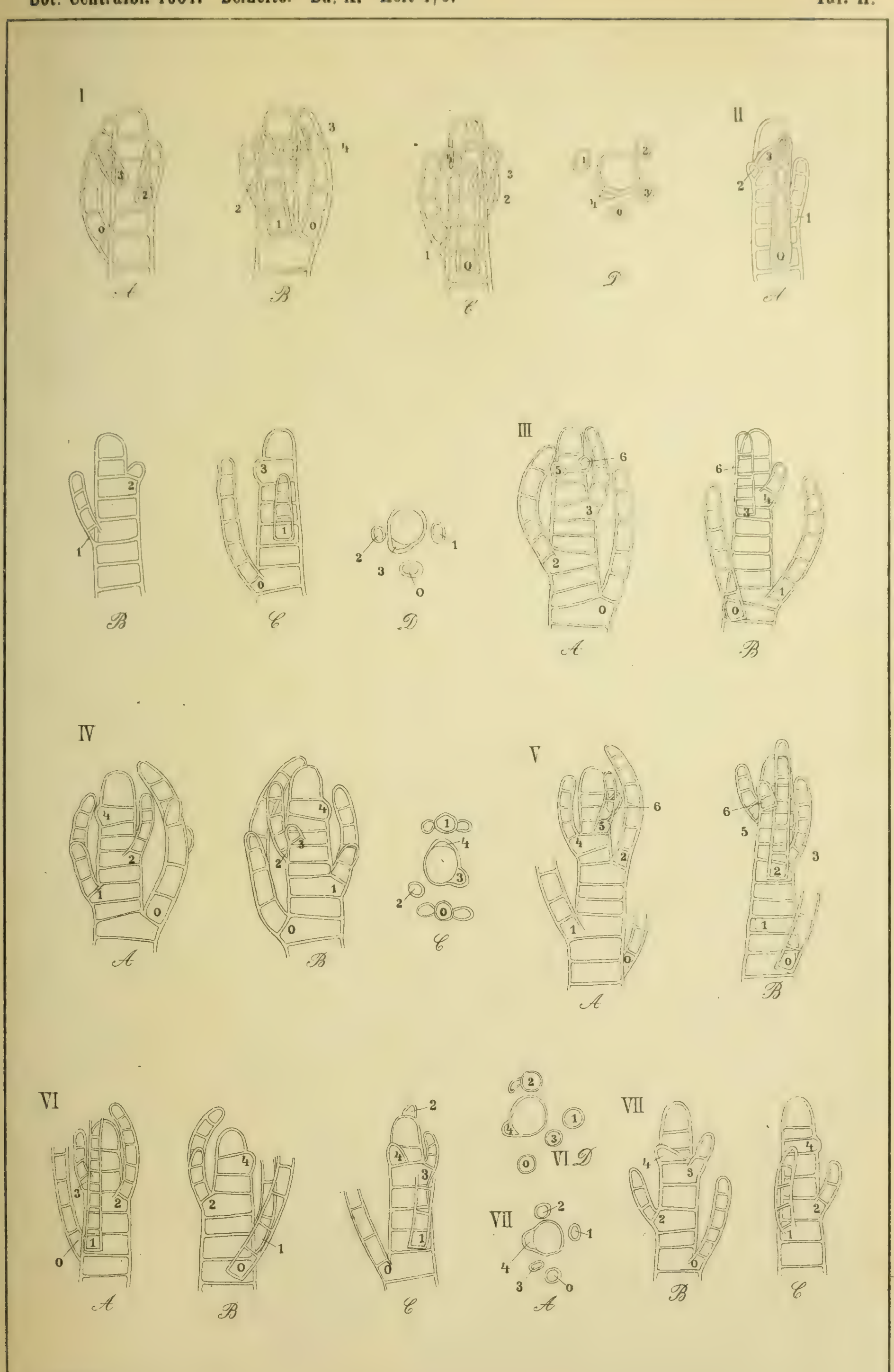
*) Taf. II in seinem „Bidrag etc." (1884).



H.Seckt ad nat. del.

Artist. Anst. Gebr. Gotthelft, Cassel.





H. Seckt ad nat. del.

Artist. Anst. Gebr. Gotthelft, Cassel.



Entscheidung dieser Frage müssen Sprosse verwendet werden, bei denen die Blattanlagen nicht bis zur Scheitelzelle hinaufreichen, sondern zwischen der Gliederzelle, aus der das oberste, jüngste Blatt seinen Ursprung nimmt, und der Terminalzelle noch ein Intervall von wenigstens 2 bis 4 Zellen liegt.

Im Allgemeinen machen also die Rosenvinge'schen Arbeiten den Eindruck einer Ergänzung der Abhandlungen von Kny und Berthold, und es widerlegen seine Einwände, ebenso wenig wie die von den genannten Autoren gemachten, die Richtigkeit der mechanischen Theorie in ihrer Anwendung auf die Blattstellungen bei den *Florideen.*

Figuren-Erklärung.

Tafel I.

Fig. 1—6. Stammscheitel von *Dicranum scoparium.*

Die jüngste Segmentwand weist Parallelismus zur Innenwand des viertletzten Blattes auf. Quertheilungen der Blätter zum Theil eingezeichnet.

Fig. 2. Scheitelzelle in ihrem Haupttheil von auffallend starkkörnigem Plasma erfüllt; der protoplasmatische Inhalt des von ihr abgegrenzten jüngsten Segmentes im Gegensatz dazu sehr schwachgekörnt.

Fig. 3. Die Grenzwände der Scheitelzelle, in der sich keine jüngste Segmentwand findet, zeigen ausserordentlich starke Verdickungen.

Fig. 7 und 8. Stammscheitel von *Aulacomnium palustre,*

Fig. 9, von *Polytrichum commune.*

Die Innenwand des jüngsten Segmentes ist parallel der äusseren Wand angelegt. Die vorletzten Segmente sind noch nicht zu selbstständigen jungen Blättern ausgebildet.

Tafel II.

Fig. 1. A—D. Stammspitze von *Rhodomela subfusca.*

Präparat unter dem Mikroskop gedreht, in vier verschiedenen Lagen gezeichnet. A—C. Längsansichten; B. Scheitel von oben gesehen.

Blattspirale rechtsläufig; Stellung nicht durchweg regelmässig nach $^1/_4$. Blatt 0 und 2 annähernd opponirt; die Entfernung zwischen beiden ist rechts um den Stamm herum etwas grösser als linksherum. Divergenz 2 zu 3 nicht ganz $^1/_4$. Blatt 4 wider Erwarten nicht senkrecht über 0 angelegt, sondern seitlich in der Richtung nach 1 hin verschoben.

Fig. 2 und 3. *Polysiphonia violacea.*

Fig. 2. A—D. Stammspitze in drei Längsansichten und von oben gesehen.

Blatt 0 und 1 durch eine sterile Zelle getrennt, um etwas weniger als $^1/_4$ des Stammumfanges von einander entfernt. 1 und 2 ebenfalls durch ein steriles Glied getrennt, annähernd opponirt. Divergenz zwischen 2 und 3 etwas kleiner als $^1/_4$.

Fig. 3. A und B. Etwas längere Stammspitze.

B zu A um etwa 90° gedreht.

Die Seitentriebe 0 und 1 stehen in linksläufiger $^1/_4$-Spirale. Durch eine sterile Zelle von 1 getrennt, entspringt 2. Es folgen zwei sterile Zellen. Blatt 2 und 3 fast opponirt. Mit Blatt 3 beginnt abermals eine linksläufige $^1/_4$-Spirale.

Fig. 4 und 5. *Polysiphonia sertularioides.*

Fig. 4. A—C. Stammspitze in drei verschiedenen Ansichten. B zu A um ca 180° gedreht. Blatt 0 und 1 stehen in 1/2-Stellung; zwischen beiden eine sterile Zelle. Die Divergenz zwischen 1 und 2, die gleichfalls durch ein steriles Glied getrennt sind, ist grösser als 1/4, kleiner als 1/2. Divergenz 2 zu 3 etwa 1/4. Es folgt abermals eine sterile Zelle. Blatt 4 erscheint als Vorwölbung 1/4 des Stammumfanges von 3 entfernt.

Fig. 5. Eine ähnliche Stammspitze.

Die Blätter unterhalb 0 (nicht mehr gezeichnet) standen unregelmässig, bald in 1/2-Stellung, bald durch 1—3 sterile Zellen von einander getrennt. Die beiden Zellen über 1 sind steril. Mit Blatt 2 beginnt eine regelmässige linksläufige 1/4-Spirale.

Fig. 6 und 7. *Polysiphonia violacea.*

Fig. 6. A—C Längsansichten, D Scheitelansicht. Divergenz 0 zu 1 in linksläufiger Spirale etwas grösser als 1/4; über 1 eine sterile Zelle, 1 zu 2 etwas weniger als 90°.

Von 2 ab beginnt eine rechtsläufige Spirale mit 1/4 Divergenzen.

Fig. 7. Eine ähnliche Stammspitze in zwei Längsansichten, B und C, und vom Scheitel aus gesehen, A.

C zu B um ca. 180° gedreht. Blatt 0—2 in linksläufiger Spirale angeordnet mit ziemlich regelmässigen 1/4-Divergenzen.

Blatt 2 und 3 fast opponirt. Blatt 4 entspringt im Abstande von 90° rechts von 3.

Ueber die *Soldanella*-Arten.

Von

Prof. Dr. V. von Borbás

in Budapest.

Freyn stellt in der Oesterr. Botan. Zeitschr. 1900. p. 442 bis 443 die *Soldanella*-Arten seines Herbars in einer Bestimmungs-Tabelle zusammen. Hier fällt uns eine *Soldanella hungarica* in's Auge, welche mit den angegebenen Merkmalen den ungarischen Botanikern bisher unbekannt war. Der Blütenstand dieser Pflanze soll nämlich durch folgende Merkmale charakterisirt sein: „Einschliesslich der Blütenstiele, oft auch der Schaft und die Blattstiele von langstieligen Drüsen weichhaarig; Blattrand ± gekerbt (im Grunde der Kerben die braune, drüsenähnliche Endigung der Blattnerven), seltener ausgeschweift gezähnt; die Zipfel der Blumenkrone „dreieckig-lanzettlich“.“

Da das Herbarium Freyn's an orientalischen Pflanzen sehr reich ist, so glaubte ich, er habe diese Pflanze nicht aus Ungarn, sondern sie entstamme einem entsprechenden Standorte des Orients. Um mich orientiren zu können, fragte ich ihn, woher seine auffallende Pflanze komme.

Laut der liebenswürdigen Antwort hat Freyn diese Pflanze von dem Gyömbér (Djumbir), auf Gneiss bei 2130 m, von der Hohen Tátra (in der Schlucht Sistlovka der Krzeszanica, auf Kalk bei 1780 m), von Marmaros-Sziget, ferner von Fundu Bulli und den Fogaraser Alpen. Da ich aber selbst *Soldanella*-Arten von diesen oder nicht sehr weit entfernten Standorten besitze, so konnte ich mir über *S. hungarica* Freyn (vix Simk.) ein richtiges Urtheil bilden.

Freyn hat die Merkmale, welche er für *S. hungarica* hervorhob, schwerlich an böhmischen *S. montana* gesucht, denn diese sind auch an dieser mehr oder minder scharf ausgeprägt, so dass ich die *S. hungarica* nur für etwas niedrigere Exemplare der *S. montana* halten kann.

Freyn schreibt der *S. hungarica* langstielige Drüsen zu. Nach den in Engler's Botan. Jahrbüchern. Bd. XI. Heft 5. 1890. p. 465—466 citirten Worten Simonkai's aber, von dem

eigentlich die *S. hungarica* herrührt, hat *S. montana* die längere Stieldrüse der Inflorescenz und *S. hungarica* die kürzeren, sehr dicht stehenden Drüsenhärchen. Auch G. Beck*) giebt die letzteren richtig an.

Im Grunde der Blattkerben sah ich hier und da sowohl bei böhmischen (Rosenberg) und nordwestungarischen *S. montana*, als auch bei *S. hungarica* grünliche oder gelbliche „drüsenähnliche Endigung der Blattnerven" (glandulae inter crenas foliorum sessiles, abortivas), aber jedenfalls nicht überall, sondern nur hier und da, aber in vielen Exemplaren, besonders an den jüngeren Blättern, kann man also durch diese Merkmale die *S. montana* und *S. hungarica* nicht unterscheiden.

Die „dreieckig-lanzettlichen" Zipfel der Blumenkrone sind bei Freyn auffallend, diese passen aber auf die *S. hungarica* gar nicht, denn die Kronenzipfel sind an der Basis nur etwas (¹/₄—¹/₂ mm) breiter, man kann sie also nicht dreieckig-lanzettlich nennen; und ist die sogenannte *S. hungarica* von der böhmischen, österreichischen und ungarischen *S. montana* auch durch die Corollenzipfel nicht verschieden, denn auch bei der letzteren bemerkt man die etwas breitere Basis des Corollenzipfels.**) Nach der Blütengrösse und der Länge der Genitalien kann man die beiden Pflanzen auch nicht unterscheiden, denn diese kann man auf die Heterostylie der *Primulaceen* zurückführen. Ich halte deshalb die *S. hungarica* Freyn nur für *S. montana* mit einem mehr der *S. alpina* ähnlichen Habitus.

Was ist nach diesen die *S. hungarica* Simk.?

Diese Pflanze ist in der Enumeratio florae (sic!) Transsilvanicae (1887; fälschlich 1886) p. 461 nur mit folgenden Worten angedeutet: „dignoscitur a *S. montana* pedicellis glandulis stipitatis rigidulis scabriusculis; item a *S. alpina* floribus semissim fere minoribus."

Diese Merkmale aber sind eben der *S. montana* eigen, und so ist *S. hungarica* von *S. montana* in nichts verschieden. Deshalb vereinigte ich sie mit letzteren in Oesterr. Botan. Zeitschr. 1889. p. 142 als ein einfaches Synonymon und ist meine Meinung über diese Pflanze auch seither nicht verändert.

In Engler l. c. lesen wir noch, dass Simonkai die *S. hungarica* nicht anders, als durch die kurzen, steifen und sehr dicht stehenden Drüsenhärchen der Inflorescenz von *S. montana* unterscheiden kann, welche Haare an *S. montana* weich, dünn und verhältnissmässig länger sind. Auf diese Unterschiede kann man aber zwei Arten nicht gründen, denn zwischen der Qualität und Quantität dieser Drüsenhaare ist keine Grenze zu ziehen. Im Gegentheile sehe ich mit dem Objective 4 des Hartnack'schen

---

*) Annalen des K. K. Naturhist. Hofmuseums. Bd. XIII. 1898. p. 191 („Blattstiele" statt Blütenstiele).

**) Cfr. Beck, G., Flora von Niederösterr. 910. Fig. 9, wo die Corolle der *S. alpina* mit dreieckig-lanzettlichen Zipfeln gezeichnet ist.

Mikroskopes sowohl auf *S. hungarica*, als an *S. montana* nur sehr kurzstielige Drüsen, welche im Fruchtstande an beiden Pflanzen auch ziemlich verschwinden können, z. B. auf den Bélaër Alpen und unterhalb dieser bei Barlangliget. So ist *S. hungarica* Simk. nur durch die kleinere Tracht mit etwas kleineren Blättern in einer alpinen Station von *S. montana* zu unterscheiden, und wenn man überhaupt diese schwache Abänderung mit einem systematischen Namen unterscheiden will, ist für diese Benennung in Schur' Enumeratio p. 556 eine var. *minor* zu finden.

Dabei ist es aber noch fraglich, ob die *S. hungarica* Freyn mit langstieligen Drüsen der Inflorescenz und *S. hungarica* Simk. mit kurzen Stieldrüsen identisch sind. Ich glaube, nach Untersuchung eines grossen Materials, dass die „langstieligen Drüsen" bei Freyn auf einen lapsus calami zurückzuführen sind. Zu bemerken ist noch, dass Simonkai den einzigen Unterschied durch die erwähnten Drüsenhaare schon nach der Besprechung von Woloszczak*) mittheilte, der die *S. hungarica* auch durch andere systematische Merkmale unterscheiden wollte.

Ich weiss wohl, dass bei der Unterscheidung der *Soldanellen* auch die innere Einrichtung der Corolle, sowie die Staubgefässe etc. zu berücksichtigen sind. Da man aber diese an den getrockneten Exemplaren nicht gehörig untersuchen kann und von selteneren Hybriden nur wenige Exemplare zu Gebote stehen, so versuchte ich die Arten meines Herbars nach den äusseren Merkmalen, womit doch die innere Einrichtung der Blüte meist im Zusammenhange steht, in eine Clavis wie folgt zusammenzustellen:

1. Tubiflores, corolla tubiformis, elongata, latitudine conspicue longior . . . 2.
— Crateriflores, corolla infundibuliformis, latitudine vix longior . . . 5
2. Scapus uniflorus . . . 3.
— Scapus 2—3-florus . . . 4.
3. Folia reniformia, pedunculi glandulis sessilibus scabriusculi, corolla vix ad tertiam partem fissa = S. pusilla.
— Folia orbicularia, basi vix excisa, pedunculi glandulis stipitatis onusti, corolla ad tertiam partem fissa. Etiam stolonifera. = S. minima.
4. Folia orbicularia vel subreniformia, pedunculi brevissimis stipitibus glandulosi, corolla e basi longius tubulosa ampliata, ad tertiam partem laciniata, calycis laciniae magis lineares = S. Ganderi Hut. var. tubulosa.
— Folia maiuscula reniformia, crenulata, pedunculi stipitato-glandulosi, corolla maiuscula, tubulosa, apicem versus minus ampliata, ad tertiam partem laciniata, calycis sinus rotundati = S. transsilvanica.
5. Pluriflorae . . . 7.
— 1—2 flora, foliis minoribus reniformibus . . . 6.

*) Oesterreichische Botanische Zeitschrift. 1888. p. 219.

6. Pedunculi brevissime stipitato-glandulosi, corolla e basi breviter tubulosa infundibuliformis, fere ad medium laciniata, calycis laciniae magis lanceolatae = S. Ganderi.
— Pedunculi glandulis sessilibus asperi, corolla ad tertiam partem laciniata = S. hybrida Kern. (Oesterr. Botan. Zeitschr. 1875. 19. 160.)
7. Pedunculi glandulis breviter pedunculatis, ± densis inspersi, corollae lacinia basi paululum latior, calycis sinus rotundati; interdum stolonifera (var. stolonifera Borb. ined.), in statione alpina minor, foliis minoribus, glandulis pedunculorum densioribus (var. minor Schur) = S. montana.
— Pedunculorum glandulae sessiles aut ± evanescentes . . . 8.
8. Pedunculi glandulis sessilibus asperi, folia reniformia = S. alpina.
— Pedunculi ± subglabri, folia orbicularia basi vix aut non excisa, supra prominule venosa = S. pirolaefolia Schott, Ky et Nym.

Zu den einzelnen Arten bemerke ich noch das Folgende:

1. S. pusilla Baumg. Enum. 1816. I. 138 (S. Clusii β. cylindrica Gaud. Fl. Helv. II. 1828. 77), wächst auch auf dem Páreng bei Petrozsény.

2. S. Ganderi Hut. Oesterr. Botan. Zeitschr. 1873. 122! breviter solum descripta, variat tubulosa Borb., corolla tubulosa, superne minus ampliata, calycts laciniis magis linearibus. Admont Stiriae, Fischlein ad Sexten.

3. S. transsilvanica Borb. Pótfüz. 1890. 142. aprili; cfr. ibid. p. 191, Oesterr. Botan. Zeitschr. 1890. 416 (S. montana × pusilla; S. Richteri Wettst. Oesterr. Botan. Zeitung. 1890. 237 (jun.) absque diagn.; S. pusilla var. biflora Borb. ibid. 1890. 244, sed pedunculis stipitato glandulosis. Cum S. pusilla fructiferam legit Barth in alpe Negoi. Crescit praeterea in alpibus Szurul! (Haynald), Unölö! (Kühhorn), Rodnae (Baenitz).

4. S. montana Mikan (jun.) in Pohl. Tentam. Fl. Boh. 1809.*) januario. 191, Willd., Enum. 1809. aprili. 192, ab alpibus Veternae holae in Hungaria boreali-occidua in toto Carpatorum tractu sat vulgaris est in silvis superioribus et in apertis earum: ad Dobrócs cott. Sohliensis (Rejtö), Virágvölgy (i. e. Blumenthal) Poprádini!!, ad Filefalu ibid. (Scherfel!), Görgény (Haynald!), Schuler Brassoviae etc.

In monte Tlsta ad Blatnicam nec non ad Barlangliget Tátrae mensibus jul. et aug. pedunculi glabrescunt, veluti in S. pirolaefolia.

S. montana, ex sententia Freynii, astolona. Ad Dobrócs et ad Barlangliget saepius stolonibus subterraneis aut pluribus aëreis quoque excellit.

Var. minor Schur, Enum. 1866. 556 (S. alpina aut. Hung., S. hungarica Simk.): Babia gora (Firle), in montibus et convallibus Tátrae et graniticis, et calcareis, ad Marmaros-Sziget (Vágner), Királykö!,

*) Fide Čelakowsky, Prodr. Fl. v. Böhm. 377, fide autem Pritzeli Thesaur. 250, opus anno 1810 editum est.

Szurul (Haynald!). In summis herbidis Tátrae e. g. versus jugum Polonicum, et in alpe Ünökö (Kühhorn) Rodnae folia, fere ut in S. pusilla, minora fiunt (var. parvifolia Borb. Oesterr. Botan. Zeitschr. 1890. 462).

5. S. alpina L. Sp. pl. 1753. 144 a S. montana etiam geographice bene separatur, in Hungaria non crescit; cfr. n. 4. — Sold. montana var. parvifolia, quam illustr. G. Beck*) ex exsicc. meis ad S. alpinam pertinendam esse dicit, sine dubio nil, nisi S. montana foliis diminutis, nam pedunculi glandulis stipitatis excellunt et calycis sinus rotundati.

6. S. pirolaefolia Schott, Ky et Nym. Anal. 1854. 16 (S. alpina f. cyclophylla? G. Beck, Fl. Niederösterr. 922. 1893; S. Pindicola Haussk.? M. Th. V. V. 1886. p. 61) a S. alpina sine dubio non multum diversa, sed foliorum figura insignis: ad Radegund, in monte Visóčica Croatiae!!, Bjelašnica Bosniae (Fiala). Glandulae pedunculorum saepius evanescunt.

---

*) Annalen des K. K. Naturhist. Hofmuseums. Bd. XIII. 1898. p. 192.

Ankömmlinge in der Pflanzenwelt Mitteleuropas während des letzten halben Jahrhunderts.

IV.

Von

Dr. F. Höck

in Luckenwalde.

Nachträge zu den früheren Theilen.

Neue Arten*):

VII. Geranium Endressi: Westpyrenaeen.

Be: Bonneville, beginnt sich einzubürgern (C. Nat. And. in Bull. de la Soc. Bot. de Belg. XXIV. 2. (1885.) p. 106; vergl. Durand, Prod. de la fl. Belge. p. 371).

Neue Standorte:

Zunächst seien besonders Ergänzungen und Berichtigungen zu den ersten Theilen dieser Arbeit betr. die Flora von **Nl** genannt, die mir Herr Seminarlehrer H. Heukels aus Amsterdam gütigst mittheilte:

Prod. = Prodromus Florae Batavae.

N. K. A. = Nederlandsch Kruidkundig Archief.

3. Anemone apennina: Bei Leiden (Flora Leidensis 1840), bei Vleuten in der Prov. Utrecht (Flora Rhenotrajectina 1843), bei Haarlem (Elswoderlaan) (N. K. A. Ser. II. Deel I. p. 363, auch jetzt noch [Heukels]).

8. Delphinium Ajacis auch für **Wb.** genannt: Auf Schutt verw., (Engel, Jahsesh. Vaterl. Naturk. Wb. LVI, 1900 S. 157) bei Vessem (Wintermas) und bei Deventer (Westerhof, Peteri) fl. alb. bei Hoogland (Garjeanne).

11. Xanthorrhiza apiifolia: Schon mehr als 60 Jahre auf dem Landgut Boxbergen bei Deventer (P. v. d. Burg, auch Kok Ankersmit in N. K. A. Ser. III. Deel I. p. 608).

---

*) Wahrscheinlich ist nicht als neue Art zu betrachten, sondern zu 40 *Algeum restrotrum* zu rechnen:

Algeum Wierzbickii: Ungarn, S. Russland.

Schw.: Orbe: Felder v. St. Germain (Vetter u. Burlay, Bull. Soc. Muitth. du Valois XI, 1883 p. 49 [zusammen mit *Brassica elongata*]).

21. Chorispora tenella: Düne bei Haarlem (Groll in N. K. A. Ser. II. Deel VI. p. 75), Holzhafen b. Amsterdam (Goedhart, Lotsy und Heinsius in N. K. A. Ser. II. Deel VI. p. 206, auch jetzt noch [Heukels]), bei Rotterdam (F. Risch, 1900).

26. Hesperis bicuspidata: Bei Deventer (Kok Ankersmit in N. K. A. Ser. II. Deel VI. p. 524, auch Goedhart, Vuyck in N. K. A. Ser. III. Deel I. p. 573).

29. Sisymbrium wolgense: Bei Deventer (Kok Ankersmit in N. K. A. Ser. III. Deel I. p. 243, auch Goedhart, Vuyck in N. K. A. Ser. III. Deel I. p. 573, auch Westerhof und Risch an demselben Orte später).

32. Brassica elongata f. typica: Bei Zaandam (Vuyck in N. K. A. Ser. III. Deel I. p. 581).

Var. armoracioides: Bei Deventer an 2 Orten (Kok Ankersmit. Ser. III. Deel I. p. 243), Rotterdam (Risch).

50. Rapistrum orientale: Bei Deventer an 2 Orten (Kok Ankersmit, N. K. A. Ser. II. Deel VI. p. 558 u. Ser. III. Deel I. p. 608).

55. Frankenia pulverulenta: Steinhaufen bei Leiden (Dozy, Molkenboer in Prod.), Zwyndrecht (v. d. Sande Lacoste).

65. Silene pendula: Prodromus Florae Batavae: Holandsche duinen (de Gorter), Katwyk (Mulder); N. K. A. Serie III. Theil II. p. 29: Dordrecht (Posthumus), auch Amersfoort (Garjeanne), Utrecht (v. Embden).

81a Malva crispa (Nähere Angabe): Prodr. Fl. Batavae: Haarlem, by het Spaarne (Molkenboer); Flora Frisica: Dokkum; Bydrage to the kennis der Nederlandsche flora: Naaldwyk (v. d. Trappen); Flora van's Hertogenbosch: Ortensche dyk; Flora Hagana: Dünen s'Gravenshage, weiter Middelburg, Amersfoort, Zeist, Rotterdam (Heukels).

108. Impatiens parviflora: (Auch Basel, am Äschengraben [Steiger, Verh. nat. Ges. Basel XII, 1900 S. 376]). (Nähere Angabe) Ned. K. A. Ser. III. I. p. 155, Kuilenburg (de Haas); Fl. Batava No. 1611 Valkenburg in Limburg (Heimans); de Levende Natuur III Gulpen (Heimans et Thysse), auch Amersfoort (Garjeanne).

116. Lupinus luteus (Nähere Angabe): Ueberall wo diese Pflanze angebaut wird, auch verw., so z. B. Limburg, Noord Brabant, Gelderland an verschiedenen Orten.

124? Medicago echinus: N. K. A. Ser. II. IV. p. 525, Haarlem (v. d. Lyn).

133. Trigonella orthoceras: N. K. A. Ser. III. I. p. 577, Groenhoven by Leiden (Struykenkamp).

142. Trifolium diffusum (Nähere Aufgabe): N. K. A. Ser. II. Th. IV. p. 286 Pothoofd bei Deventer (Kobus); Ser. III. Th. I. p. 11 Huis ter Revier Overschie (Vuyck); Ser. III. Th. I. p. 572 Mehlfabrik Middelburg (Lako); Ser. III. Th. I. p. 610, Mühle St. Anna b. Nymegen (Docters v. Leeuwen).

145. Trifolium vesiculosum: N. K. A. Ser. III. Th. I. p. 610, Mühle St. Anna b. Nymegen (Docters v. Leeuwen).

155. Ornithopus sativus: Ueberall, wo die Pflanze angebaut wird, auch verwildert, z. B. bei Venlo, Breda, Doorn, Hilversum, Nymegen, Apeldoorn.

156. Ornithopus compressus: N. K. A. S. II. Th. II. p. 153, Breda (v. Aken).

161. Prunus serotina: N. K. A. Ser. II. Th. I. p. 377, Velzen (v. Eeden); Ser. II. Th. VI. p. 204, Heino (Lako); Ser. II. Th. VI. p. 305, Vogelenzang und Maarsbergen (Suringar); Ser. II. Th. VI. p. 529, Veenenburg (Suringar); Ser. III. Th. I. p. 573, Noordwykerhout (Goedhart), auch Schoorl, Scheveningen, Oud Valkeveen (Heukels).

174. Spiraea Douglasii: N. K. A. Ser. III. Th. II. p. 12, Ruurlo (Katz).

170a? Potentilla alba × sterilis: N. K. A. Ser. II. Th. II. p. 146, Beekbergerwoud bei Apeldoorn (Kok Ankersmit).

171. Potentilla intermedia: Bei Deventer, Amersfoort, Nederweert, Huizen, Zutphen, 's Gravenhage (N. K. A. unter dem Namen P. inclinata var. virescens), auch Utrecht, Weesp. (Heukels).

182. Amelanchier canadensis (Nähere Angabe): N. K. A. Ser. II. Th. I. p. 380. An verschiedenen Orten bei Haarlem schon seit 1866 (v. Eeden); Ser. II. Th. II. p. 87, Apeldoorn (Kok Ankersmit); Flora van Nederland: Assen, auch Beeky Nymegen (Heukels).

Der im Erscheinen begriffene „Prodrome de la flore Belge“ von Durand de Wildeman, in dem Durand bisher die Coniferen, Monocotylen und einige Gruppen der Archichlamydeen behandelte, lieferte ausser genaueren Standortsangaben von beachtenswerthen Nachträgen:

3. Anemone apennina: Bei Beaumont, sich stark ausbreitend, aber schon etwa 1809 bei Veuil-Anderlecht. p. 270.

34. Sinapis dissecta: Naturalisirt bei Wilsele. p. 326.

Eine nachträgliche Durchsicht von Vocke u. Angelrodt [1]), Fl. v. Nordhausen, ergab nur als Ergänzungen: [2])

116. Lupinus luteus: Verw., Nordhausen. p. 59.

149. Robinia Pseudacacia. desgl. p. 62.

Dagegen fehlte 1886 Ornithopus sativus [3]) noch ganz in dem Gebiet.

---

[1]) *Fragaria grandiflora:* Im Stadtpark und am Bahndamm b. Niedersachswerfen verw. (p. 75). — *F. indica* findet sich nach briefl. Mittheil. von Professor Schröter bei Bellinzona und Lugano, scheint überhaupt um Tessin verbreitet zu sein.

[2]) Bei *Lepidium apetalum* ist in Theil II dieser Arbeit, p. 2 (Bot. Centralbl. 1900. Beihefte. Bd. IX. Heft 6. p. 402) verdruckt „Centralbahnhof“ statt „Centralfriedhof“. — Mit diesem Hinweis gleichzeitig theilt Herr A. R. Paul mir mit, dass *L. virginicum* bei Stettin auf einem Schuttplatz an der Fürstenstrasse von ihm im vor. Sommer gefunden sei

[3]) Auch in Ps. behauptet Pfuhl (briefl.) *Lupinus luteus* nicht beobachtet zu haben, wohl aber *Robinia Pseudacacia* (ferner *Caragana arborescens*, *Acer Negundo* [massenhaft Posen Ost], *Spiraea hypericifolia*, *Delphinium Ajacis*) und *Ornithopus sativus*.

IV.

183. Epilobium boreale: Alaska, Sitka (Haussknecht, Monographie d. Gatt. Epilobium. p. 279).

Hc: Erfurt, Kiesgrube b. Ilversgehofen (Thür. V. Bd. X. p. 10).

184. Boisduvalia densiflora: N.-W.-Amerika (Typische Form in Oregon heimisch; vergl. Greene, Fl. Franciscana. p. 225).

Be: Löwen: Moulin Bodart (Suttor,[1]) Ascherson briefl.).

185. Clarkia elegans: Westl. N.-Amerika (Engl.-Pr. Bd. III. 7. p. 213).

Br: Verw. Potsdam, Grasplätze v. Charlottenhof (Morsch), Lychen an d. Stadtmauer (Ascherson) u. Landsberg am südl. Wartheufer (Gentz) (Büttner. Fl. adv. march. p. 32).

186. C. pulchella: Westl. N.-Amerika (Engl.-Pr. Bd. III. 7. p. 213).

Be: Löwen: Moulin Bodart (Suttor, Ascherson briefl.).

Br: Templin: Zehdenicker Chaussee (Peck), Berlin, westl. vom Friedrichsfelder Park (Potonié) u. Arnswalde: Schulzendorf (Warnstorf) (Büttner, Fl. adv. march. p. 32).

B: Nürnberg, am Canal b. d. Brücke über die Schwarzach, sicher aus d. nahen Gärtchen d. Schleusenwärters (Schultheiss b. Schwarz, Fl. v. N.-Erlang. p. 575).

Schw: Orbe (Vetter, Soc. Vaud. sc. nat. XXII).

187. Lopezia coronata: Mittelamerika (Engl.-Pr. Bd. III. 7. p. 221).

Br: Verw. b. Arnswalde am Fliess 1863 (Warnstorf; Büttner, Fl. adv. march. p. 32).

Os: Bernburg (Zschacke, Ascherson briefl.).

188. Onothera mollissima L. (= O. odorata Jacq.): Mittl. u. südl. Chile (Reiche, Fl. d. Ch. Bd. II. p. 258).

Sw: Hamburg 1894 (J. Schmidt, D. b. M. Bd. XIII. p. 111).

189. O. pumila: Brit. N.-Amerika bis Neu-England u. Minnesota (Mac Millan, Metospermae Minnesota Valley. p. 382).

Sl: Riesengebirge: Wolfsbau am Weg nach dem Melzergrund (J. Scholz b. Schube, Bericht über neue Entdeckungen in Sl. 1899).

190. O. sinuata: In der Union zieml. verbreitet.

Nl: ? Löwen (Baguet, Ascherson briefl.).

Ns: Bremen 1893 und 1894 in mehreren Exemplaren bei einer Mühle (Focke, Klebahn und Bitter, N. V. Bremen. Bd. XIII. p. 280).

Sw: 1897 Hamburg: Grasbrook (Pieper, D. b. M. Bd. XVI. p. 10).

Os: Dresden: Elbufer (Th. Wolf br. an Ascherson).

191. O. Lamarckiana Ser. (O. grandiflora Lam., nicht A. Gray): Nach verwandtschaftlichen Verhältnissen zu urtheilen höchstwahrscheinlich nordamerikanischen Ursprungs,[2]) obwohl in den floristischen

[1]) Dieser beobachtete auch dort eine noch unbestimmte *Godetia*.

[2]) Mit Unrecht ist in Aschers.-Gr. Flora. p. 508 Chile als Heimath angegeben, da eine Art dieses Namens in Reiche, Fl. de Chile, ganz fehlt.

Schriften der Nordamerikaner anscheinend nicht erwähnt (vergl. auch Dodonaea. Bd. VII. p. 579).

Nl: Seit 1886 verw. auf d. Landgut des Herrn Six b. Hilversum, ursprünglich dort seit 20 Jahren gebaut aus Samen, die von einem Haarlemer Samenhändler bezogen (H. de Vries in Dodonaea. VII. 579), Düne b. Benvelt Rosewater b. Haarlem (F. W. van Eeden und G. van Vloten 1891, N. Kruidk. Arch. Ser. II. Deel VI. p. 504). Verw. bei Auheveen bei Jachtlust (Eb. V. p. 26). (Heukels briefl.)

Me: Schwerin: Weinberg im Schlossgarten (Ruben, Archiv XI. Bd. XLVII. p. 44).

192. O. grandiflora Ait.: Wahrscheinlich von voriger wie von O. biennis als Art zu trennen, doch mit diesen wohl verwandt[1]) und also auch wohl gleich ihnen nordamerk. Ursprungs; sie ist auch in Frankreich verw. oder eingeschl. gefunden.

Br: Beeskow: Ahrensdorf (Graebner, Ascherson br.). Oderberg (Lange) u. Prenzlau, Chausseegraben b. Birkenhain, **scheint sich einzubürgern** (Grantzow, Fl. d. Uckermark. p. 90).

E: Strassburg: Steinthor (Petry, Philom. I. 2; vergl. Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XVII. p. [46]).

B: München: Südbahnhof (Prantl, Fl. v. B. p. 308).

193. Cucurbita maxima: Heimath zweifelhaft, aber nach der Verbreitung der Verwandten zu schliessen wahrscheinlich in S.-Amerika, nach ihrer Ausdauer in gemässigten Gebieten wohl auf den Anden.

B: Nürnberg: Gartenflüchtig am Schnieglinger Weg (Schultheiss bei Schwarz, Fl. v. N.-Erlangen. p. 583).

Schw: Genf 1878 und später (Déséglise, Bull. de la Soc. Bot. de Belg. XXII. 1. p. 108).

194. C. ficifolia Bouché (C. melanosperma A. Br.). Heimath wie bei vor.

B: Nürnberg: Gartenflüchtig 1892 u. 1896 b. Forsthof (Schultheiss b. Schwarz, a. a. O. p. 584).

195. Lagenaria lagenaria: Heimisch in den Tropen d. Alten Welt, nach d. Verbreitung d. nächsten Verwandten zu schliessen, wahrscheinlich ursprünglich im trop. Afrika.

Schw: Genf 1878 (Bull. de la Soc. Botan. de Belg. T. XXII. p. 108).

L: Halb verw. auf d. Laguneninseln bei Grado; am Judrio bei Cormons (Pospichal, II. p. 614).

196. Cucumis prophetarum: Afrikanisch-arabisches Wüstengebiet (Engl.-Pr., IV. 5. p. 28).

Hc: Döhren vereinzelt (Alpers, Nat. Ver. Lüneburg. XIV).

197. Citrullus[2]) vulgaris: S.-Afrika (Engl.-Prantl, IV. 5. p. 27).

---

[1]) Als *O. biennis* var. *grandiflora* (Ait.?) Torr. et A. Gray bezeichnet Abromeit (Fl. v. Ost- u. Westpreussen) eine 1893 bei Krowiniec im N. v. Thorn gefundene Pflanze, die also wohl hierher gehört.

[2]) Von *Citrullus colocynthis*, der Koloquinthe (Afrika) hatten sich 1890 auf Schutt in Steinbühl aufgegangene Pflänzchen ziemlich weit entwickelt (Schwarz, Fl. v. Nürnb.-Erlangen. p. 586).

Br: Köpenick: Dampfmühle 1889—1890, Taubert (Ascherson briefl.).

Schw: Genf 1878 u. später (Déséglise, Bull. de la Soc. Bot. de Belg. XXII. 1. p. 108).

L: Triest, Campo Marzio (Marchesetti, Soc. Adr. VII. p. 101), verschl. Bahnhof St. Andrea, im neuen Hafen (Pospichal, Bd. II. p. 693).

198. Thladiantha dubia: China, Dsungarei.

Me: Schwerin: Bei der Kleinen Karausche auf Gartenland aus den grossherzogl. Gärten (Toepffer, Arch. d. Vereins d. Fr. d. Naturgesch. Bd. LIII. 1899. p. 163).

Br: Verw. Pfaueninsel bei Potsdam, Gärtnerlehranstalt (Büttner, Fl. adv. march. p. 32), Rathenow (Plöttner, V. Br. Bd. XL. p. 60).

Sw: St. Johann im Pongan in einem Graben (Z.-B. G. Wien. Bd. XLI. p. 74).

199. Sicyos angulatus: In N.-Amerika und südw. bis Mexiko heimisch, in O.-Europa (bis **N**) eingebürgert (Engl.-Pr., Bd. IV. 5. p. 38).

Ns: In Gärten u. Hecken b. Nienburg a. W. (nach Nöldeke in Buchenau, Fl. d. nordwest-deutschen Tieflandes, p. 474). Seit 1899 auf Gartenland östl. v. Geestemünde verw. (Plettke, Aus d. Heimat für d. Heimat, Jahrb. f. 1899, Bremerhaven 1900, S. 91.)

Sw: Niendorf a. d. Neustädter Bucht verw. (Häcker 1853 bei Prahl, Krit. Fl. v. Sw. II. 99), Hamburg verw. (Wohlfarth, Syn. d. deutsch. u. schweiz. Fl. 893).

Me: Culturflüchtling (Krause, Fl. v. Me. p. IV).

Br: An einer grösseren Zahl von Orten verw. (vgl. Büttner, Fl. adv. march. 32).

Sl: Verw. Freistadt: Ob. Herzogewaldau (Schoepke); Breslau: Hecken am Nicolai-Stadtgraben (Ascherson), Nimkau (Uechtritz) (Fiek, Fl. v. Sl. 159); Görlitz oberhalb d. neuen Neissebrücke 1887 (Barber in Abh. naturf. Gesellsch.; Ascherson briefl.).

Os: Vgl. Büttner a. a. O., darnach ältester Fund b. Magdeburg 1835 (Rother; vgl. auch Ascherson, Fl. v. Br. p. 936).

Hc: Bodenwerder (Brandes, Fl. d. Prov. Hannover, p. 154). Jena, Weimar zw. Tröbsdorf u. Hopfgarten, sowie b. Greussen (Haussknecht in Vogel, Fl. v. Thüringen. p. 86).

B: München: Südbahnhof (Prantl, Fl. v. B. 463), Pasing (Woerlein, Fl. v. München. 58), Nürnberg 1887—97 in den Cultur-vereinsgärten, im Pfarrgarten zu Eschenau **nicht ausrottbar**, auch im Tuchersfeld **eingebürgert** (Schwarz, Fl. v. Nürnb.-Erlangen. p. 586).

N: Mautern: Brückendamm; Baden: Zäune b. Weikersdorf (Beck, Fl. v. N. p. 1114).

St: Graz: In Gärten (Krašan, vergl. Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch. Bd. XVII. p. [46]).

K: [1]) Klagenfurt, Weidmannsdorf, Völkermarkt, Obervellach, Arneld-

---

[1]) Fritsch, Excursionsfl. f. Oesterreich sagt allgemein „cult. u. verw.", so dass wohl anzunehmen, dass sie noch in weiteren Kronländern beobachtet ist; über **N** s. o.

stein (Fritsch, vergl. Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch. Bd. XVII. p. [46]).

200. Calandrinia compressa DC.: Chile: (Reiche, Fl. de Chile. II. p. 347;) in Europa zunächst als C. pilosiuscula bezeichnet.

Nl: Nijkerk 1894 u. Amersfort 1895 (Boerlage in N. K. A. III. ser. I. 206, 284; nach eb. p. 150 in Bot. J. Bd. XXV. 1897. 2. p. 330, wird C. compressa genannt, womit wohl die gleiche Pflanze gemeint. Auch Lang Soeren (Heukels, Geillustr. Fl. v. Nl. p. 302).

Me: Schwerin: Rabensteinfeld im Küchengarten (Brockmüller, Arch. d. Ver. d. Freunde d. Naturgesch. in Me. Bd. XXXIV. 1882. p. 36, nach Bot. J. Bd. IX. 1881. 2. p. 555, sogar dort **eingebürgert**).

Ps: Kr. Obornik u. Czarnikau (Pfuhl, Die bisher in d. Prov. Ps. nachgewiesenen Gefässpfl. p. 26).

Br: Verw. Potsdam, Forsthaus Schlachtensee auf Gartenland, an Zäunen am Waldrand seit 1865 und Mügelin bei Wrietzen im Gartenland der ehemaligen landwirthschaftlichen Akademie (Büttner, Fl. adv. march. p. 32), Werder 1893 (Ascherson briefl.), Havelberg 1899 (Böttger, Ascherson briefl.).

Sl: Bei Breslau auf Schutt u. Gartenland in d. Sitten b. Obernigk zahlreich verw. (Uechtritz, vgl. Fiek, Fl. v. Sl. p. 161).

201. Claytonia perfoliata: Alaska bis S.-Californien, Mexico u. Cuba (Engl.-Pr., III. 2b. p. 57), eingebürgert auch in Frankreich u. Grossbritannien.

Be: Selten subpontan an Hecken (Crépin, Fl. de Belg. 5 éd. p. 100), an mehreren Orten an Eisenbahnen (Bull. de la Soc. Bot. de Belg. XXII. 1. p. 66). Schon 1862 (Wesmael), seitdem an einer grösseren Zahl von Orten (vgl. Durand, Prodrome de la Flore Belge. 1899. p. 265).

Nl: 1867 (van Hall) Eike-hokhout zw. Monster u. Loosduinen, 1871 Glimmen bei Groningen (Oudemans, Fl. Bat. II. p. 132) Nymegen: Berg en Dal (van Hall, Nederl. Kruidk. Arch. ser. II. Deel I. p. 411), Utrecht (Bondam, eb. Deel II. p. 203).

Ns: Seit 1873 bei Stade in Sander's Anlage von Alpers beobachtet: „Scheint sich zu halten“ (Abh. Bremen. IX. p. 3). Bellevue u. Schwarzer Berg bei Stade (Fitschen, vgl. Buchenau, Fl. d. nordwestdeutschen Tiefebene. p. 201). Bremen: Um 1850 mehrere Jahre an einer Gartenhecke zu Rockwinkel beobachtet, später verschwunden (Focke, vgl. Bitter, Abh. Nat. Ver. Bremen. XIII. p. 280). Burgberg bei Verden (Kohlmeyer), Osnabrück: Auf der Petersburg (Buschbaum, Fl. v. O. p. 107).

Sw: Schleswig: Neuwerk (von Fischer-Benzon); Süderbrarup an Knicks verbreitet (von Fischer-Benzon seit 1851); Ruhethal bei Glücksburg (Callsen); unbeständig bei Hamburg (C. T. Timm). Sämmtlich nach Prahl's Krit. Fl. v. Sw. II. p. 99. Kam 1853 auf wüstem Gartenland an der Landwehr vor (C. T. Timm), Winterhuder Alsterufer 1887 (Schmidt, Die eingeschl. Pfl. der Hamburger Flora. p. 19).

Me: Als Unkraut in Alt-Strelitz, früher auch in Rostock beobachtet (Krause, Mecklenb. Fl. p. 75).

Br: Berlin: Im botan. Garten als Unkraut u. auch ausserh. bisw. verschl. z. B. Bellevue 1852 (C. Arndt) (Ascherson, Fl. v. Br. p. 226), Potsdam, Gärtner-Lehranstalt (C. Müller; Ascherson briefl.). Lychen, Gartenunkr. (Heiland), Steglitz; Metz'sche Baumschule 1882 (Bornmüller), Neuzelle: Beim Schiesshause auf ein. sandig. Bauplatz 1860 (S. Gallus) (Büttner, Fl. adv. march. p. 32).

Os: Verw. im Althaldenslebener Park b. d. Teiche (Maass i. Nachtr. zu Schneider's Fl. v. Magdeburg. 1894. p. 124).

R: Saarbrücken (Wirtgen, Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. IX. 1891. p. [134]).

Bd: In einem Rebberge der Insel Mainau (Ries nach Jack, B. V. Baden. 1896. p. 363).

202. Tetragonia expansa: In Japan, Australien, Neuseeland, Polynesien, an d. californ. Küste u. in dem aussertrop. S.-Amerika weit verbreitet (auch Juan Fernandez).

Me: Innerhalb einer Gartenanlage verw. (Krause, Fl. v. Me. p. III).

Br: Berlin: Trift- u. Torfstrassenecke (Osterwald 1887, Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch. VII. p. [83]).

Schw: Genf 1872 (Déséglise, Bull. de la Soc. Bot. de Belg. XXII. 1. p. 109; seitdem nicht wieder).

203. Mesembrianthemum crystallinum: Capland, Canaren, Mittelmeerländer, eingeschl. in Australien, massenhaft auch in Chile u. Californien (auf d. Küsteninseln), verschl. auch in Frankreich.

Ns: Bremen 1877, Schutt beim Bahnhofe (Focke, vgl. Bitter, Abhandl. d. Nat.-V. Bremen. XIII. p. 280).

Schw: Genf, Châtelaine 1881 sehr häufig (Déséglise, Bull. de la Soc. Bot. de Belg. XXII. 1. p. 103).

204. M. cordifolium: Südafrika, Kavare (engl. Pr.). **Sw**: Kiesgruben b. Bahrenfeld (Justus Schmidt, D. b. M. XVIII, 1900 S. 94).

205. Corrigiola telephiifolia: Westl. Mittelmeerländer.

Be: Flusskies der Vesdre unw. Verviers (Halin, Bull. de la Soc. Bot. de Belg. XXXIV. 2. p. 147).

206. Paronychia bonariensis: Chile, Argentinien, eingeschl. auch in Frankreich.

Be: Tournai: Auf Wollabfällen (Bull. de la Soc. Botan. de Belg. XXIV. 2. p. 87).

Sw: Hamburg 1897, Wollkämmerei am Reiherstieg (Pieper, D. b. M. Bd. XVI. p. 115).

207. P. brasiliana: Brasilien.

Hc: Döhren: Wollwäscherei (Alpers, Naturf.-Verein Lüneburg. Bd. XIV).

208. P. argentea: Mittelmeerländer, nordw. bis Frankreich einerseits, Siebenbürgen andererseits, aber in Italien nur im S. und auf den Inseln.

Be: Wollabfälle bei der Wäscherei Sagehomme (Durand, Bull. de la Soc. Bot. de Belg. XIV. II. p. 143), Flusskies der Vedre unw. Verviers (Halin, Eb. p. 147).

209. Polycarpon tetraphyllum: Westl. Mittelmeerländer.

Be: Flusskies der Vesdre unw. Verviers (Halin, Bull. de la Soc. Bot. de Belg. XIV. 2. p. 147).

210. Sedum oppositifolium: Oestl. Kaukasus, Ghilan (Boiss.).

Br: Potsdam: Charlottenhof (Bolle, Sitzungsber. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenb. 1876. p. 51).

Os: Greiz: Bei d. Neuen Brauerei u. Gomla, nahe d. Wirthshause (Ludwig, Sitzungsber. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenb. 1876. p. 51), Niederschlema (Kessner, N.V. Zwickau 1875. p. 39; Ascherson briefl.).

Hc: Stadt Ilm: Auf einer Mauer b. d. ob. Mühle (Schönheit, Fl. v. Thüring. Nachtr. 1864).

211. Sedum populifolium: Sibirien.

Schw: Aarburg seit vielen Jahren (Rütte) u. Aigle (Jaccard) nach Gremli, Fl. d. Schw. 5. Aufl. p. 486, Ascherson briefl.; in der mir zu Gebote stehenden 7. Aufl. nicht genannt, ebenso nicht in Schinz-Keller, Fl. d. Schw., also jedenfalls wieder verschwunden.

212. Sedum aizoon: Sibirien.

Bö: Budweis: Schlossberg von Rimau, Abhang zur Multsch (Rundensteiner in Čelakovsky, Prodr. p. 894).

213. Sedum hybridum: W.-Sibirien u. Russland.

Be: Vesdrethal, **eingebürgert** auf einer Mauer b. Nossenvaux (Durand, Bull. de la Soc. Bot. de Belg. XXIV. 2 p. 143).

Ns: Auf den Huder Ruinen verw. (Dugend in Hagena, Phanerogamen-Fl. d. Herzogth. Oldenburg. p. 19).

Me: Schwerin **eingebürgert** (Bot. Jahresber. Bd. IX. 2. p. 555).

B: München: Südbahnhof (Prantl, Fl. v. B. p. 294).

N: Gipfel d. Hundsheimer Berges (Degen, Z.-B. G. Wien. XXXVIII; vgl. Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. VII. 1889. p. [119]).

214. S. spurium: Kaukasus.

Sw: Ratzeburg i. e. Knick b. St. Georg (C. T. Timm 1887 in Prahl's Fl. v. Sw. p. 101).

Wp: Graudenz: Lessen: auf d. evangel. Kirchhof (Finger 1885, Abromeit's Fl. v. Ost- u. Westpr. p. 295).

Op: In den Kreisen Ragnit, Fischhausen, Lötzen u. Königsberg auf Kirchhöfen (vgl. Abromeit a. a. O.).

Br: Arnswalde, auf und bei dem Reetzer Kirchhof (Paeske); Potsdam: Pfaueninsel (Büttner, fl. adv. march. p. 32); Dobrilugk neben d. Kirchhof (Warnstorf, Verh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenb. XXVII. p. 147); Spremberg: Georgenberg (Taubert, eb.); Luckenwalde: In der Nähe beider Kirchhöfe mehrf. beobachtet! !

Sl: Verw. Görlitz, Schönau, Hirschberg, Schmiedeberg, Schweidnitz, Myslowitz (Fiek, Fl. v. Sl. p. 164).

Os: Nicht selten verw. (Wünsche, Pfl. d. Kgr. Sachsen. 8. Aufl. p. 168); Chemnitz: Stolberger Strasse 1853 (Ascherson briefl.); Löbau: Bei Wuischke (Wagner, Fl. d. Löbauer Berges; vgl. Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. V. p. XCV).

Hc: Auf Mauern um Hameln verw. (Ascherson briefl.). Erfurt: Auf einer Mauer d. Rosengasse (Ilse, Fl. v. Mittel-Thüringen. p. 108); Arnstadt z. B. Ritterstein (Nicolai als Sedum anacampseros: Hoppe, Irmischia. III. p. 12).

Wb: Bisweilen verw. (Kirchner-Eichler, Fl. v. Wb. p. 186).

B: Nürnberg-Erlangen: Verw. leicht, so in St. Johannis auf einem Grasplatz, an der Würzburger Bahn nahe b. Burgfarnbach, bei Siegelsdorf, Langenfeld, auf einer Gartenmauer in Wohnsees (Schwarz, Fl. v. N.-E. p. 591).

L: Auf Gartenmauern u. Schutt nicht selten verw., so in Materia bei d. Gasthause „Zur Post“, bei „Piccolo Bajardin“ an der Prosecco-Strasse u. in Prem a. d. Reka (Pospichal, Fl. d. öst. Küstenl. II. p. 219).

N: Auf Felsen nächst Stift Zwettl u. auf dem Hundsheimer Berge (1868) wie wild, offenbar aber daselbst angepflanzt (Beck, Fl. v. N. Bd. I. p. 666).

Bö: Leitmeritz: Hradischken, Strassenränder 1879 (Freyn in Čelakovský, Prodr. 894).

215. Sedum pallidum M. B. (S. dasyphyllum Laban, S. palludium Timm): Griechenland, Kreta, Kleinasien, Persien, Mesopotamien, Armenien, Kaukasus, Krim.

Sw: Hamburg (Timm u. Laban unter ob. Namen; vgl. Prahl's Krit. Fl. v. Sw. p. 100).

Br: Auf Beeten d. Lübbenauer Schlossgartens als **unvertilgbares** Unkraut (Freschke b. Büttner, fl. adv. march. p. 33).

216. Sedum stoloniferum: Von Persien zum schwarzen Meer u. Kaukasus (Boiss.).

Be: Auf Felsen b. Andrimont u. Mauern b. Lambermont, Naspronez u. a. **eingebürgert** (Durand, Bull. de la Soc. Bull. de Belg. T. XXIV. 2. p. 143).

217. S. coeruleum: Italienische Inseln, Tunis, Algerien.

B: Nürnberg-Erlangen: Felsen u. Mauern a. d. Burg Veldenstein (Schwarz, Fl. v. N.-E. p. 591).

218. Ribes aureum: Oregon und Californien bis zum Felsengebirge.

Br: Verw. bei Prenzlau und Boitzenburg (Grantzow, Flora der Uckermark S. 100).

Os: Selten verw. (Wünsche, Pfl. d. Königr. Sachsen. 8. Aufl. p. 171).

B: Nürnberg-Erlangen: Verschl. i. d. Sandgrube bei Forsthof (Schwarz, Fl. v. N.-E. p. 597).

O: Verw. (Fritsch, Excursionsfl. v. Oesterr. p. 268).

219. Saxifraga umbrosa: Durch die ganzen Pyrenäen, sowie im südlichen u. westlichen Irland (Engler, Nat. Pflanzenfam. Bd. III. 2a. p. 58).

E: Sulzer Belchen ursprünglich angepflanzt (Kirschleger, Fl. d. Als. Bd. I. p. 293).

B: München: Mauer am Kloster Schäftlarn (Woerlein, Fl. v. M. p. 61).

S: Mönchsberg, früher (Engler, Monogr. d. Gatt. S. p. 227).

St: Reitzenstein, früher (eb.).

O: Verw. (Fritsch, Excursionsfl. v. Oesterr. p. 268).

Mr: Zöptauer Park (N. V. Brünn. XXXVI. p. 47).

220. S. geum (einschl. S. hirsuta): N.-Spanien, Pyrenäen, S.- u. SO.-Irland (Engler, Nat. Pfl. III. 2a. p. 58).

Sl: Ziegenhals Nordostabhang d. Golzberges, oberh. d. „Waldteiches" am rechten Ufer d. Ahlbaches, etwa 5 Minuten vom Kurhaus Juppe im Nadelwald, vielleicht ursprüngl. angepflanzt (Richter in Uechtritz, Result. d. Durchforsch. d. schles. Phan.-Fl. i. J. 1883. p. 5).

E: Hohneck, von Mougeot angepflanzt, doch erhalten, (Kirschleger, Fl. d'Als. Bd. I. p. 293 als S. hirsuta).

B: München: Nymphenburg. Park b. d. Amalienburg (Woerlein, Fl. v. M. p. 61 als S. hirsuta).

221. Bergenia crassifolia: Altai u. Sajangeb. (Engl.-Pr., III. 2a. p. 51).

Hc: Ahrensburg (Mejer, Fl. v. Hannover p. 65 als S. crass.).

S: Felsen am Kapuzinerberg (Fritsch 1889, Z. B. G. Wien. Bd. XXXIX).

222. Tellima grandiflora: Wälder v. Sta. Cruz i. Californien bis Alaska (Engl.-Pr., III. 2a. p. 63).

Me: Ludwigslust: Villa Gustava (1896 Klatt, vgl. Töpffer, Arch. d. Ver. d. Fr. d. Naturges. Bd. LIII. 1899. p. 161).

Br: Schönhauser Schlossgarten 1891 (Hayn, Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. X. p. [72]).

223. Tiarella cordifolia: N.-W.-Asien, baikalisches Sibirien u. Nord-Amerika (Mac Millan, Metasp. Minnesota Valley. p. 275).

Me: Schwerin: 2. Grünhausgarten, nicht nur gebaut (Ruben, Arch. d. Ver. d. Fr. d. Naturg. Bd. XLII. p. 27).

Wp: Oliva: Kgl. Garten (Lützow, Ascherson briefl.).

Br: Spremberg: Park v. Reuthen (Riese, Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch. Bd. X. p. [72]).

224. Opuntia Rafinesquii: Ontario bis Nautucket, New-Jersey und Florida; Mississippi-Thal; Michigan, Minnesota, Nebraska, Kansas, Kentucky, Arkansas, Colorado u. W.-Texas (Mac Millan, Metasp. Minnes. Val. 372).

Br: Potsdam: Im Wildpark unweit d. Gärtnerlehranst. unt. Kiefern verw. (Graebner, Fl. d. nordostdeutschen Flachlandes. p. 501).

225. Bowlesia tenera: Patagonien, Argentinien u. Chile, nordwärts auch in Californien u. Texas (ob auch in den dazwischen liegenden Ländern?). Als Ballastpflanze in Neuseeland, vgl. Bot. Jahresb. XXIV. 1896. 2. p. 139.

Hc: Döhrener Wollwäscherei b. Hannover (Alpers, Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. VIII. p. [121]).

226. Trinia Hoffmannii: Süd-Russland, Krim, Kaukasus (Boiss.).

Br: Var. hispida: Köpenick Dampfmühle (R. u. O. Schulz 1897), Rüdersdorf (Conrad) (Verh. d. Bot. Ver. der Prov. Brandenb. XL. p. 58).

227. Cuminum cyminum: Urwüchsig wohl nur in Turkestan, aber schon im Alterthum über Vorderasien nach Egypten gebracht, in beiden Gebieten jetzt auch verwildert wie auch in Tunesien, O.-Algerien

Theilen von S.-Europa u. am Ufer des Rio Grande in Nord-Amerika; in Mitteleuropa wohl kaum gebaut,[1]) aber verschleppt.

Nl: Zw. Zutphen und Dieren (Groll, N. K. A. 2. ser. p. 74).

Sw: Hamburg (J. Schmidt, D. b. M. Bd. XII. 1894. p. 59).

Op: Königsberg: Ballastplatz v. d. Holländer Baum (Abromeit, Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. VI. 1888. p. CXVI).

228. Apium ammi Urban (Helosciadium leptophyllum DC.): Im südlichen N.-Amerika u. in S.-Amerika ziemlich weit verbreitet, dann auch in Polynesien, Neu-Seeland und Australien (hier gar von F. von Müller für heimisch gehalten; eingeschl. auch in Pisa).

Hc: Döhren: Wollwäscherei (Jahresb. d. naturw. Ver. z. Lüneburg 1898).

Os: Bernburg: Mehrere Jahre (wahrscheinlich mit Guano eingeschl.) in Gärten beobachtet (Ascherson-Graebner, Fl. d. nordostdeutschen Flachlandes. p. 520; nach Verhandl. d. botan. Ver. d. Prov. Brandenb. Bd. IX. [1867] p. 13).

Kr: Laibach: Botan. Garten (Hladnik u. Doschmann, vergl. Tommasini in Verh. d. botan. Ver. d. Prov. Brandenb. IX. p. 136), **nicht** zw. Wippach u. Heidenschaft, wie noch Wohlfarth, Synops. d. deutsch. und schweizer Flora. p. 1038 angiebt, auch nicht: **L**: (Fleischman, Reichenbach, Fl. Germ. exs. 2215, vgl. Tommasini a. a. O.), Monfalcone (Wohlfarth a. a. O.).

229. Ridolfia segetum: S.-Europa, Kleinasien, N.-Afrika und Canaren, nordw. bis S.-Frankreich einerseits, Dalmatien andererseits.

L: Triest eingeschl. Campo Marzio 1844 (Marchesetti, Soc. Adr. VII. p. 162; vergl. auch Pospichal a. a. O. II. p. 158); auch in Görz (Wohlfarth, Synopsis der deutschen und schweizer Flora. p. 1090).

230. Cryptotaenia canadensis: China, Japan, östl. Nord-Amerika, westw. bis Minnesota, Nebraska, O.-Kansas, Arkansas, Mississippi u. Texas, südw. bis N.-Carolina.

St: Graz: Schlossberg (Ascherson, Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. X. p. [117]); Krašan, N. V. Steierm. Bd. XXVII. 1891 als Petagaea saniculaefolia.

231. Ammi[2]) visnaga: S.-Europa (nordw. b. S.-Frankreich einerseits, Albanien andererseits), Vorderasien bis Persien, N.-Afrika, Azoren, Canaren, weit verbreitet auch in den Pampas (Bot. Jahresb. XI. 1883. 2. p. 227), eingeschleppt auch in Mexico (eb. XXIII. 1895. 2. p. 78) und in N.-Amerika (Coulter and Rose, Revis. of. N.-Am. Umbell. p. 137).

Be: Thal der Vesdre (nach Michel in Bull. de la Soc. Bot. de Belg. 1882 in Bot. Jahresber. X. 2 p. 543); Tournay (Bernimolin nach Durand, Bull. de la Soc. Bot. de Belg. XXIV. 2. p. 190).

---

[1]) Wenn allerdings die Ansicht von Fischer-Benzon's (Altdeutsche Gartenflora. p. 131) richtig ist, dass die Art in Mittel- u. Süd-Deutschland früher gebaut sei, wäre dies kein Neuankömmling, sondern ein Wiederankömmling, doch ist mir ein zwingender Grund für jene Annahme nicht bekannt.

[2]) *Ammi glaucifolium* L. (= *A. maius γ glaucifolium* Noulet) aus S.-Europa und N.-W.-Afrika fand sich 1876 bei Genf (Déséglise, Bull. de la Soc. Bot. de Belg. XXII. 1. p. 109).

Sw: Hamburg: Wollkämmerei am Reiherstieg (J. Schmidt, D. b. M. XIV. 1896. p. 53).

Hc: Döhren: Wollwäscherei (Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. VIII. p. [121]), noch jetzt vereinzelt (Alpers, N. V. Lüneb. XIV).

Bd: Mannheim: Oelfabrik (Ascherson, Verh. d. Botan. Ver. d. Prov. Brandenb. Bd. XXX. p. XXX).

232. Ptychotis coptica: Egypten, Mesopotamien, Assyrien, Persien, Affghanistan (Boiss.).

Sw: Hamburg (J. Schmidt, D. b M. XII. 1894. p. 59).

Os: Erfurt: Kiesgrube Ilversgehofen (Mittheil. d. Thüring. Ver. Bd. X. p. 10). Schuttstelle am Hohendodelebener Wege 1899 (mit 33 Sinapis juncea: Fitscher, Jahresber. u. Abhandl. d. nat. V. Magdeburg 1899/1900 S. 144.)

Bd: Mannheim: Oelfabrik 1888 (Ascherson, Verh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenb. Bd. XXX. p. XXXI).

233. Conopodium denudatum: Von Norwegen über Grossbritannien und Frankreich bis Spanien (Portugal?), sowie auf Corsica und (nach Bot. Jahresber. III. 1875. p. 701) auch in Serbien.

Ps: Canal b. Bromberg, zw. 5. u. 6. Schleuse 1892 (M. Fiek, Zeitschrift d. botanischen Abtheilung d. naturwissensch. Vereins zu Posen. Bd. II. p. 26).

234. Pimpinella cretica: Balkanhalbinsel, griechische Inseln, Kleinasien, Syrien.

Br: Rüdersdorf 1894 (R. u. O. Schulz, Verh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenb. Bd. XXXVIII. p. 86).

235. Bupleurum croceum: Kleinasien, Syrien u. Armenien (Boiss.).

Br: Rüdersdorf 1894 einzeln (R. u. O. Schulz, Verh. d. Botan. Ver. d. Prov. Brandenb. Bd. XXXVIII. p. 86).

236. Bupleurum nodiflorum: Cypern, Syrien, Palästina, Egypten (Boiss.), auch Marmarica (Bot. Jahresber. Bd. XXI. 1893. 2. p. 257).

Br: Rüdersdorf 1894 (R. u. O. Schulz, eb.).

237. Bupleurum brevicaule: Syrien (Boiss.).

Br: Rüdersdorf 1894 (R. u. O. Schultz; a. a. O.).

238. Heracleum persicum: Persien, Provinz Aderbidschan (Boiss.).

Br: Potsdam: Sanssouci, nicht selten (Büttner); Lieberose: Fasanerie (Busch); Charlottenburg: Reitbahn d. Garde du Corps (Bolle); Frankfurt: Anlagen (Huth), sämmtlich nach Büttner, Flora adv. marchica. p. 34.

239. H. pubescens: Krim, Kaukasus, Armenien.

Wp: Marienwerder: Neuhöfen (Abromeit, Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. X. 1892. p. [67]).

230. H. tauricum: Krim.

Me: Schwerin verw. (Wohlfarth a. a. O. p. 1121).

241. Daucus aureus: Iberische Halbinsel, Italien, Sicilien, Nord-Afrika, Syrien, Palästina; eingeschl. auch in Frankreich.

Br: Berlin: Torf- u. Triftstrassenecke (Osterwald 1888 (Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. VII. p. [83]).

242. D. mauritanicus: Castilien, Balearen, S.- u. M.-Italien u. italienische Inseln.

Schw: Genf 1881 (Déséglise, Bull. de la Soc. Botan. de Belg. XXII. 1. p. 104).

243. Caucalis orientalis: Vorderasien, S.-Russland, verschl. auch im Gouv. Wilna (Bot. Jahresber. XX. 1892. 2. 207).

Bö: Prag: Abhang d. Kuchelbader Berges über d. Bahn (Klemens 1847, Ascherson 1867, wohl sicher noch vorhanden, da noch 1897 von dort genannt).

244. Torilis microcarpa: S.-O.-Europa bis Ungarn.

Sw: Hamburg: Diebsteich 1885—87 (Dinklage, Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. IX. 1891. p. [126]).

Br: Köpnick: Dampfmühle 1890 (Ascherson, Verh. d. Botan. Ver. d. Prov. Brandenb. Bd. XXXII. p. XLIV), auch Rüdersdorf 1894 (R. u. O. Schulz, Verhandl. d. Botan. Ver. d. Provinz Brandenb. Bd. XXXVIII. p. 86).

β aculeata Boiss. (= T. grandiflora Boiss.).

Nl: Deventer: Pothoefd (Kobus u. Goethart 1886, Nederl. Kruidk. Arch. ser. 2. deel 5. p. 675). Nach Heukels (br.) zu dieser Var. gehörig.

Os: Erfurt: Kiesgrube b. Ilversgehofen (Thür. Ver. Bd. X. p. 11).

245. Scandix[1]) iberica: Vorderasien (Boiss.).

Br: Rüdersdorf (Berendsen, Verh. d. Botan. Ver. d. Provinz Brandenb. Bd. XXX. p. ?).

246. S. grandiflora: Syrien, Kleinasien, Krim u. Balkanhalbinsel.

Schw: Orbe (Vetter nach B. S. Vaud. XXII, 1887 in Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. VI. p. [CXIII]).

L: Auf Gartenbrachen b. den Riauw-Mühlen unterh. Villa Deconi (Pospichal, a. a. O. Bd. II. p. 184); nach Wohlfarth (a. a. O. p. 1145) auch an offenen rauhen Stellen zw. Cherso u. Lovin u. auf d. Insel Osero (ob wirklich da heimisch?).

247. Cornus stolonifera (von älteren deutschen Floristen mit Unrecht zu der russisch-sibirischen Cornus alba gerechnet): N.-Amerika, von Alaska bis Neu-Fundland, nordw. am Mackenzie bis 64° n. Br., südw. bis New-Jersey, im SW. bis Colorado, Minnesota, Nebraska und Arizona.

Ns: Bei Stade stellenw. in Hecken verw. (Alpers, Gefässpfl. d. Landdrostei Stade. p. 43).

Sw: Elbufer (C. T. Timm, **eingebürgert**, vgl. Botan. Jahresber. Bd. VI. 2. p. 603); Kiel; Langensee (Prahl, Krit. Fl. v. Sw. Bd. II. p. 109).

Me: Schwerin: **Eingebürgert** (vergl. Bot. Jahresber. Bd. IX. 2. p. 555), Güstrow: Bruch bei Lalendorf (Krause, Fl. v. Me. p. 161).

Wp: Konitz (vgl. Bot. Jahresb. Bd. XV. 1887. 2. p. 405), dagegen in Abromeit's Fl. nur als angepflanzt bezeichnet.

---

[1]) *Chaerophyllum Prescottii:* Russland u. Lappland.

Op.: Königsberg: Kaibahnhof (Bericht über die Funde aus d. J. 1898. p. 30). Von Abromeit in Fl. v. Ost- u. Westp. offenbar zu Chaerophyllum bulbosum gerechnet; auch als Form dieser Art in Nyman's Conspectus fl. eur. p. 300 gerechnet.

Ps: Czarnikau verw. (Pfuhl, Nat. V. Ps. III. p. 29).

Br: Hier u. da **völlig verw.**, z. B. bei Fehrbellin, Frankfurt und mehreren Orten um Berlin, im Ganzen 8 Standorte (Ascherson, Fl. v. Br. p. 204); dazu 4 weitere in Büttner, Fl. adv. march. p. 34.

Sl: Gleiwitz (Jungck, Fl. v. Gl., vgl. Bot. Jahresber. Bd. XVII. 1889. 2. p. 237), auch unw. Görlitz, Hirschberg u. Lublinitz (Schube, Verbreit. d. Gefässpfl. in Sl. 74).

Os: Hartensteiner Wald verw. (Kessner, Jahresber. d. Ver. f. Naturk. z. Zwickau. 1875. p. 37).

Hc: Bisw. verw., z. B. Ilmufer zw. Tannroda u. Berka (Ilse), wilder Graben bei Weimar (Haussknecht), Apfelstädtbrücke zwischen Ohrdruf u. Schwabhausen, am Seeberge nach Siebleben zu (Mühlefeld), (sämmtl. in Ilse in Jahrb. d. Kgl. Akademie gemeinnütziger Wissensch. N. F. Bd. IV. p. 126).

Wf: Oefters in Hecken verw. (Beckhaus-Hasse, Fl. v. Wf. p. 479).

R: Bonn: Rheinufer b. Mehlem, Heisterbacher Thal (Wirtgen, Verh. Nat. V. Rheinl. LVII., 1899, S. 167).

B: Scheint im Ursprungsthal in Verwilderung begriffen zu sein (Schwarz, Fl. v. Nürnb.-Erlangen p. 642).

Bö: Oupor bei Prag (Dědeček, Oesterr. Bot Ztschr. 1876. p. 236). Gebüsch a. d. Elbe b. Stefansüberfuhr (Pöch in Čelakovsky, Prodr. 594). An d. Adler b. Týniště 1 Strauch; Egerthal b. Eger (eb. 893).

248. C. circinata: Neu-Fundland, Neu-Schottland, New-Jersey u. Virginien, sowie westwärts zum Seengebiet, Minnesota, Dakota und Montana.

Me: Schwerin: Südl. v. Faulensee (Wiese, vgl. Botan. Jahresber. Bd. XI. 1883. 2. p. 210).

249. Lonicera pyrenaica: Gebirge v. Spanien (südw. bis zur Sierra de Sacoñet bei Segorbe) u. Berge der Balearen; für Italien angegeben, aber sehr zweifelhaft (vergl. Botan. Jahresber. Bd. XIX. 1891. 2. p. 323).

Wp: Kulm: Weidengebüsch (Scholz in Abromeit, Fl. v. Ost- u. Westpr. p. 353).

250. L. tatarica: Sibirien u. Ferghana, eingeschl. auch im Staate Neu-York.

Sw: Verw. bei Teufelsbrück a. d. Elbe (C. T. Timm in Prahl's Krit. Fl. v. Sw. p. 111).

Me: **Eingebürgert** bei Schwerin (Brockmüller, vergl. Botan. Jahresber. Bd. IX. 1881. 2. p. 555).

Wp: Deutsch-Krone: Pilow-Fluss bei Klausdorf (Rahmer 1877); Thorn: Korbmacherkamp, Thorner Glacis (Frölich 1885); Czarkerkümpe (Scholz 1894) (Abromeit, Fl. v. Ost- u. Westpr. p. 353).

Br: Nach Bolle (Freiw. Baumveg.) schon vor 1770 eingeführt; in Ascherson's Fl. 1. Aufl. nur verw. genannt von Prenzlau, Horster Schweiz (Seel), in Büttner's Fl. adv. march. schon 6 weitere Standorte.

Sl: Bei Breslau u. Jauer (Schube, Gefässpfl. v. Sl. p. 87).

Os: Neuhaldensleben verw. am Abhang d. Weidenmühle (Maass, Nachtr. z. Schneider's Fl. v. Magdeburg. p. 131).

Bd: Bisweilen verwildert (Seubert-Klein, Excursionsfl. v. Bd. p. 356).

Als verw. auch genannt in Fritsch Excursionsfl. v. Oesterr. p. 532 ohne nähere Angaben.

251. Diervillea trifida: Neu-Fundland u. Hudsons-Bay bis Sascatchewan, südw. bis Kentucky u. Maryland u. in den Gebirgen bis N.-Carolina (Syn. N.-Am. I. 2. 19); verw. auch in Ungarn (Botan. Ztg. 1876. Sp. 689).

Nl: Bosch den Uilenpass M. L. Q. (van Ledden Hudsebosch 1873, N. K. A. Ser. II. Deel II. 204).

Ns: Lingen: Am Canal verw. (Buschbaum, Fl. von Osnabrück. p. 134).

Sw: Zw. Trittau u. Hanfelde (C. Timm in Schmidt 18. Jahresbericht der Unterrichtsanst. des Klosters St. Johannis in Hamburg. 1890. p. 20).

Me: In Gärten verw. (Krause, Fl. v. Me. p. IV).

Pm: Greifswald (vgl. D. b. M. Bd. I. p. 171).

Br: In Ascherson's Flora 1864: Spandau: Tegel (Geiseler) u. Potsdam: Neuer Garten (Boss); in Büttner's Fl. adv. march. schon 6 weitere Orte aus der Provinz.

Sl: Verw. Breslau: Koberwitzer Park (Uechtritz) u. Falkenberg: Wälder zwischen Lippen u. Jetzdorf (Muenke): Fiek, Fl. v. Sl.; ferner bei Oppeln (Schube, Gefässpfl. v. Sl. p. 87).

Os: Neuhaldensleben: Wellenberge (Büttner, Fl. adv. march. p. 34); Marienborn: Harbke, (Nachtr. zu Schneider's Flora von Magdeburg), zw. Freiberg u. Weissenborn (Mylius, D. b. M. Bd. I. p. 75. Bd. II. p. 157); ferner nach Aufzeichnungen Ascherson's: Dresden: Heller (Wünsche, 4. Aufl. Ascherson's Aufzeichnungen nicht in der mir zu Gebote stehenden 6. u. 8. Aufl.) u. Chemnitz: Sachsenruhe (Krasner, p. 16).

Hc: Forstort Rothebach bei Zella St. Blasii (Thomas, D. b. M. Bd. I. p. 131—132); hier ursprünglich gepflanzt, aber sich lange haltend.

252. Symphoricarpus racemosus: Neu-Schottland und Neu-Braunschweig bis Neu-England u. Pensylvanien, sowie westw. bis Minnesota, Colorado, Californien, Oregon u. Brit. Columbia (Mac Millan, a. a. O. p. 484).

Be: Thal der Vesdre (Michel nach Bull. de la Soc. Bot. de Belg. 1882 in Bot. Jahresber. Bd. X. 2. p. 543).

Ns: Bremen: Abhänge bei St. Magnus verw. (Alpers, Gefässpfl. d. Landdrostei Stade. p. 44); verw. am Emsufer beim Mehringer Wald (Buschbaum, Fl. v. Osnabrück. p. 134).

Sw: Elbufer verw. (Timm in Prahl's Krit. Fl. v. Sw. p. 111).

Me: **Eingebürgert** bei Schwerin (Brockmüller, vergl. Botan. Jahresber. Bd. IX. 1881. 2. p. 555).

Br: Teufelssee im Gruuewald (Gräbner, Ascherson briefl.).

Os: Nordhausen: Schlucht b. d. Kuckucksmühle (Vocke u. Angelrodt, Fl. v. N. p. 118).

Hc: Hannover: An d. Fischerstrasse u. bei d. Limner Kunst (Mejer, Nachtr. z. Fl. v. H. in Jahresber. d. naturhist. Gesellschaft zu H. 1892. p. 25).

Wb: In Hecken verw. (Engel, Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. Wb. LVI, 1900 S. 515).

B: Metten, Deggendorf, Egg (Fischer, Fl. Mettensis; vgl. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. IV. p. [LXXXIX]); Nürnberg: Am Pegnitzdamm an der Hallerwiese wie wild, aber doch ursprünglich zum Uferschutz gepflanzt, auf dem Schlosszwinger in ganz schattigen Lagen wie wild, gartenflüchtig auf Schutt b. Veilhof (Schwarz, Fl. v. Nürnb. Erlangen. p. 648).

253. Asperula stylosa: Persien u. Transkaukasien (Boiss.).

Br: Eberswalde: Buchholz (vergl. Ascherson in Gartenflora. Bd. XXXVI. 1887. p. 584).

R: Oberstein: Schloss (Geisenheyner, Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. 1884. p. CXIX).

St: Graz: Schlossberg (Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. X. p. [111]).

254. A. orientalis: Kaukasus bis N.-Syrien (Boiss.).

Br: Neu-Ruppin zw. Runkelrüben auf dem Felde 1877 (Warnstorf bei Büttner, Fl. adv. march. p. 35); Oderberg: Auf einer sandigen wüsten Stelle neben Gärten in der Nähe der Eisenbahnbrücke 1874 (Ascherson bei Büttner Fl. adv. march.). Luckenwalde: Ruhlsdorf (von meinem Schüler Carl Koebe (jetzt stud. phil.) auf dem Felde gefunden, durch Prof. Ascherson bestimmt!).

255. Centranthus macrosiphon: Südl. Spanien u. Nordwest-Afrika.

Br: Potsdam: Neuer Garten verw. (Boss in Büttner, Fl. adv. march. p. 34); Luckenwalde: Frankenfelder Dorfstrasse 1893 (wohl vom nahen Kirchhof verw., da auch in Luckenwalde auf Gräbern gepflanzt)!!

256. Cephalaria syriaca: S.-Europa, N.-Afrika u. Vorderasien bis Afghanistan.

Br: Rüdersdorf (R. u. O. Schulz, Verh. d. Botan. Ver. d. Prov. Brandenb. Bd. XXXVIII. p. 87).

257. C. tatarica: S.-O.-Europa u. Vorderasien.

Me: Faulenroster Park (Bünger und Timm 1864, Archiv. XVIII. p. 113).

258. Scabiosa maritima (atropurpurea): S.-Europa (naturalisirt auch im Somersetshire), Vorderasien u. N.-Afrika; eingeschleppt an d. californ. Küste (Bot. J. Bd. XXI. 1893. 2. p. 173 f.), in Colorado (eb. p. 186), in Tacna (eb. Bd. XIX. 2. p. 54), Argentina (Bd. XX. 2. p. 55), Masatierra (Johow, Fl. de Juan Fernandez p. 75), Australien (Natur. 1889. p. 518) u. Neu-Seeland (Bot. Jahresber. Bd. XXV. 1897. 2. p. 256).

Os: Schönewalde (von Thümen in Ascherson, Flora von Br. p. 287). Schönebeck: Friedhof verw. (Schneider, Büttner's Flora adv. march. p. 36).

Einige Beobachtungen über die Centrosomen in den Pollenmutterzellen von *Lilium longiflorum*.

(Vorläufige Mittheilung.)

Von

S. Yamanouchi

in Tokyo.

Mit 1 Tafel.

Nach dem Erscheinen der bekannten Untersuchungen Guignard's über die pflanzlichen Centrosomen im Jahre 1891 [1]) versuchte eine Anzahl von Cytologen, diese Körperchen an den verschiedenen pflanzlichen Zellen nachzuweisen, wobei einige zu positiven und die anderen zu negativen Resultaten gelangten.

Für Strasburger und seine Schule, welche eine Reihe von sehr umfangreichen Untersuchungen ausgeführt haben, war es unmöglich, die Centrosomen sowohl bei den Gefässkryptogamen, als auch bei den Phanerogamen wiederzufinden, wodurch sie zu dem definitiven Schlusse gekommen sind, dass die Centrosomen nur bei den Thallophyten und den Bryophyten, aber weder bei den Pteridophyten noch bei den Phanerogamen vorkommen [2]).

Diese Schlussfolgerungen schienen mir aber zu weit gegangen zu sein, denn die Centrosomen sind in Guignard's Schrift so prächtig gezeichnet, dass es schwer zu verstehen wäre, wenn dieses Alles auf einem Irrthum beruhen sollte. In der That haben nach dem Erscheinen von Strasburger's und seiner Schüler Untersuchungen verschiedene Forscher das Vorhandensein dieser Körperchen in verschiedenen pflanzlichen Zellen angegeben. Abgesehen von den Blepharoplasten in den spermatogenen Zellen bei den Gefässkryptogamen und den Gymnospermen, welche, wenn zu den Centrosomen gerechnet, dennoch nicht typisch sind [3]), beobachtete Guignard diese Körperchen in den Pollenmutterzellen von *Nymphaea*, *Nuphar*, *Limodorum* und *Magnolia* [4]),

---

[1]) Guignard, Nouvelles études sur la fécondation. (Ann. d. sc. nat. Bot. VII. 14, 1891.)

[2]) Strasburger, Cytologische Studien aus dem Bonner botanischen Institut. (Jahrb. f. wiss. Bot. XXX. 1897.)

[3]) Vgl. verschiedene diesbezügliche Schriften von Webber, Shaw, Ikeno, Hirasé, Belajeff.

[4]) Les centres cinétiques chez les végétaux. (Ann. d. sc. nat. Bot. VIII. 5. 1898.)

Osterwalder bei der Endospermbildung von *Aconitum Napellus*[1]), Schaffner in den Zellen des Wurzelvegetationspunktes von *Allium Cepa*[2]) und Fulmer in den Keimlingen von *Pinus*[3]). Auch ganz neuerdings erwähnt Bernard in einer aus Chodat's botanischem Institut hervorgegangenen Arbeit das Vorhandensein von Centrosomen bei *Lilium candidum*, *Martagon* und *Helosis guyanensis*[4]).

Im Sommer des vorigen Jahres (1899) studirte ich selbst die Karyokinese in den Pollenmutterzellen von *Lilium longiflorum* und fand dort solche Körperchen, welche unzweifelhaft den Centrosomen von Guignard entsprechen. Allein die Veröffentlichung der Arbeit wurde verschoben, weil meine Untersuchungen noch ziemlich dürftig waren und ich daher weiteres Material einzusammeln und die noch vorhandene Lücke auszufüllen beabsichtigte. Leider konnte ich anderer Beschäftigungen wegen in diesem Jahre weiteres Material nicht sammeln, so dass ich meinen Plan auf nächstes Jahr verschieben muss. Ich entschloss mich daher, meine bisherigen Beobachtungen schon jetzt kurz vorzuführen, wenngleich sie noch ziemlich unvollständig sind.

Das Material wurde zweimal im Mai und einmal im Juli 1899 gesammelt. Die schon schwach gelblich gewordenen, fast 13 mm langen Antheren wurden aus der Blütenknospe entnommen und in Flemming's Lösung fixirt, mit Wasser gut ausgewaschen, successive in 70% Alkohol, absoluten und Chloroform transportirt und schliesslich nach dem bekannten Recept in Paraffin eingebettet. Zur Färbung bediente ich mich des Böhmer'schen Haematoxylins oder Flemming's Orange-Methode.

In den ruhenden Kernen der Pollenmutterzellen konnte ich keine Centrosomen nachweisen. Dieselben zu finden, war mir erst in demjenigen Stadium der Kerne bei der ersten Theilung der Pollenmutterzellen möglich, wo zwar die Kernmembran noch vorhanden, aber schon 12 Chromosomen individualisirt sind (Fig. 1). Je ein intensiv färbbares Centrosom liegt an beiden Seiten des Kernes und an einem derselben konnte ich die prächtig entwickelte Strahlensonne beobachten, wie sie theilweise nach dem Kerninnern eindrang[5]), während ich um den anderen nur eine Anzahl von winzigen Körnchen nachweisen konnte. Im Muttersternstadium habe ich dieses wiederholt gefunden (Fig. 2—5), bald nur an einem, bald an beiden Polen der Kernspindel; auch beobachtete ich häufig zwei Centrosomen an einem und demselben Pole der Kernspindel, welche zweifelsohne durch die Theilung eines einzelnen entstanden sind (Fig. 3, 5, 7). In der in Fig. 8 dargestellten

[1]) Beiträge zur Embryologie von *Aconitum Napellus*. (Flora. LXXXV. 1898.)

[2]) Karyokinesis in root-tips of *Allium Cepa*. (Bot. Gaz. XXVI. 1898.)

[3]) Cell-division in Pine seedlings. (Bot. Gaz. XXVI. 1898.)

[4]) Recherches sur les sphères attractives chez *Lilium candidum*, *Helosis guyanensis* etc. (Journ. de Bot. Année XIV. 1900. No. 4.)

[5]) In den Dauerpräparaten kann man sogar jetzt noch die Centrosomen deutlich sehen, allein leider wurde die Strahlensonne verwischt.

Zelle, wo schon die Zellplatte angelegt worden ist, kann man auch zwei Centrosomen an einem Pole nachweisen.

Bei der zweiten Theilung der Pollenmutterzellen konnte ich neben dem im Knäuel befindlichen Kerne bald ein gewöhnliches (Fig. 10), bald ein biscuitförmiges Centrosom (Fig. 11) finden; das letztere betrachte ich als das in Theilung begriffen. In Fig. 12 sehen wir schon zwei Centrosomen nach den beiden Enden der Zelle gerückt. Sowohl in dem Mutterstern-, als auch dem Diaster-Stadium sind dieselben an den beiden Enden der Spindel vorhanden (Fig. 13, 14). Wo vier Pollenzellanlagen schon erzeugt sind, war es mir unmöglich, die Centrosomen nachzuweisen (Fig. 15).

Erwähnt sein mag noch, dass nicht selten statt des einzigen oder der zwei Centrosomen eine Anzahl von kleinen Körnchen die Pole der Kernspindel einnimmt, was mit Guignard's Angabe über die Pollenmutterzellen von *Nuphar*, *Nymphaea*, *Limodorum* und *Magnolia* übereinstimmt[1]) (Fig. 2, 7). Bei diesem Falle war es mir unmöglich, die Strahlensonne nachzuweisen.

Wenn wir die oben kurz beschriebenen Beobachtungsresultate zusammenfassen, so kommen wir zum Schlusse, dass bei den Pollenmutterzellen von *Lilium longiflorum* die mit Farbstoffen intensiv färbbaren Körperchen in verschiedenen Stadien der Karyokinese vorhanden sind. Diese sind meist durch die Strahlensonne umgeben, durch ihre Theilungsfähigkeit ausgezeichnet und nehmen zur richtigen Zeit die Pole der Kernspindel ein. Diese Körperchen können wir daher kaum anders auffassen als in dem Sinne Guignard's, welcher bei verschiedenen pflanzlichen Zellen, besonders bei den generativen Zellen von *Lilium Martagon*, diese Centrosomen entdeckte. Warum wir in den ruhenden pflanzlichen Kernen dieselben nicht finden könnten, ist nun nicht definitiv zu entscheiden; ob sie in allen Stadien der Pollenmutterzellentwickelung vorhanden sind, wie Guignard behauptet, oder nicht, möchte ich für eine zukünftige Untersuchung vorbehalten.

Bei den Untersuchungen solcher Arten, wie die vorliegenden, sind die Abbildungen viel mehr überzeugend, als die lange Beschreibung, deshalb habe ich in meinem Artikel den Text nur kurz gehalten; für die Details seien die Leser auf die beigegebene Tafel verwiesen.

24. December 1900.

Figuren-Erklärung.

Sämmtliche Figuren wurden unter der Benutzung von Zeiss'schen Obj. D. und Oc. 3 (Vergr. 500) möglichst naturgetreu unter Camera gezeichnet.

Erste Theilung.

Fig. 1. Kernmembran noch vorhanden; Chromosomen schon individualisirt. An einer Seite des Kernes ein Centrosom mit einer deutlichen

---

[1]) l. c.

Strahlensonne und an den anderen ein Centrosom und wenige winzige Körnchen.

Fig. 2. do. Nur eine Anzahl von Körnchen an einer Seite des Kernes.

Fig. 3. Mutterkernstadium. Zwei Centrosomen an einem Pole der Kernspindel.

Fig. 4. do. Nur ein C. an einem Pole der Kernspindel,

Fig. 5. do. Zwei C. an einem Pole und nur ein an dem anderen.

Fig. 6. Tochterchromosomen schon in der Bewegung nach den beiden Polen begriffen. Zwei C. an einem Pole der Spindel.

Fig. 7. do. Zwei C. an einem Pole und eine Gruppe von winzigen Körnchen an dem anderen.

Fig. 8. Zellplatte schon angelegt. Ein C. an einem Pole.

Fig. 9. Zellplatte völlig angelegt. Keine C. nachweisbar.

Zweite Theilung.

Fig. 10. Ein C. neben dem im Knäuelstadium befindlichen Zellkerne.

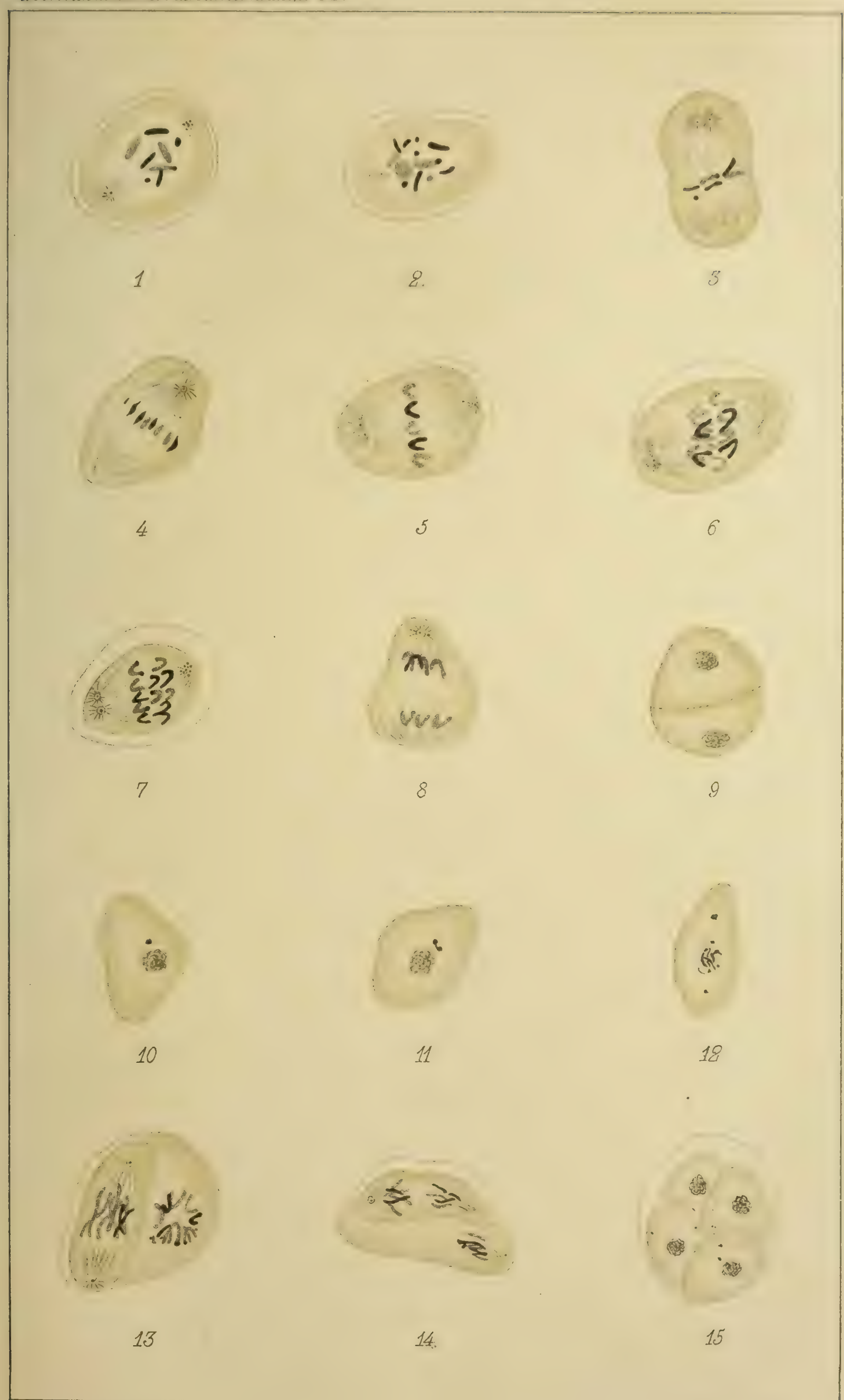
Fig. 11. Ein biscuitförmiges C., welches zweifellos in Theilung begriffen ist.

Fig. 12. Zwei C. nach den beiden Enden der Tochterzelle gerückt.

Fig. 13. Zwei C. an den beiden Polen der Kernspindel.

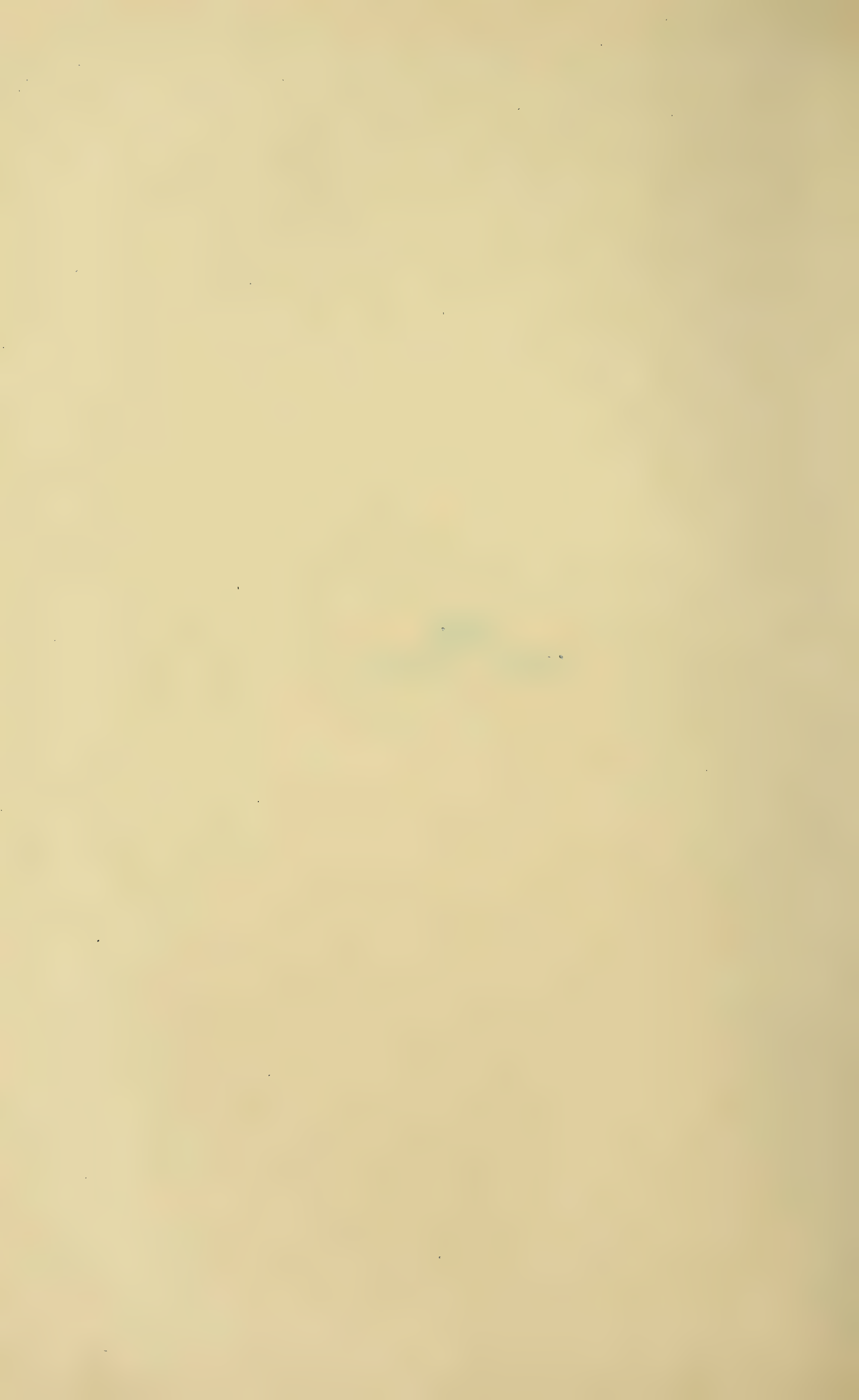
Fig. 14. Tochterchromosomen ziemlich weit in einander gerückt. Ein C. an einem Pole der Kernspindel.

Fig. 15. Vier Pollenmutterzellanlagen schon erzeugt. Keine C. dann nachweisbar.



Yamanouchi del.

Artist Anst.Gebr.Gotthelft,Cassel.



Zur Theorie der Bewegung des Wassers im lebenden Pflanzenkörper.

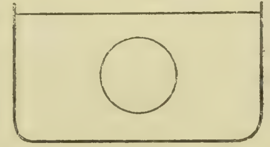
Von
Karl Fuchs
in Kronstadt (in Siebenbürgen).

Mit 3 Figuren.

In den vorliegenden Zeilen will ich auf einen sehr einfachen Umstand aufmerksam machen, der bei der Betrachtung der osmotischen Erscheinungen im Pflanzenkörper meines Wissens übersehen wird, der es aber als möglich erscheinen lässt, dass auch reines Wasser auf osmotischem Wege im Pflanzenkörper in beliebige Höhe steige.

Denken wir uns eine einfache einzelne Zelle. Die Zellhaut ist mit dem Plasmaschlauch belegt, und der Hohlraum enthält Flüssigkeit. Wenn die Zelle Turgor zeigt, so kommt das daher, dass die Flüssigkeit im Inneren der Zelle solche Stoffe gelöst enthält, für die der Plasmaschlauch undurchlässig oder kaum durchlässig ist. Man nimmt dabei immer an, dass die Lösung homogen sei. In diesem Falle kann die Osmose allerdings keine Wasserströmung erzeugen. Wenn die Lösung aber nicht homogen ist, dann — und hier liegt der Umstand, auf den ich hinweisen will — tritt Wasserströmung auf, indem Wasser dort einströmt, wo die Lösung concentrirter, und dort ausströmt, wo die Lösung minder concentrirt ist. Es tritt hier vor Allem das Bedenken auf, dass die Lösung sehr bald homogen werden müsse, indem das ausströmende Wasser die concentrirte Lösung verdünnt, das ausströmende Wasser aber die schwächere Lösung concentrirter werden lässt, und so sehr bald Homogenität eintreten müsse. Diese Fragen zu klären, ist die Aufgabe der folgenden Entwicklungen:

1. Denken wir uns unter Wasser eine Blase, die für Wasser durchlässig ist. Im Wasser der Zelle sei ein Gramm von einem Stoffe A gelöst, für den die Blase undurchlässig ist. Es wird dann durch Einströmen von Wasser durch die Blase ein Ueberdruck in der Blase entstehen, sagen wir von einer Atmosphäre, d. i. von 1 kg per cm². Es herrscht dann Ruhe und Gleichgewicht. Wenn wir die Blase nun

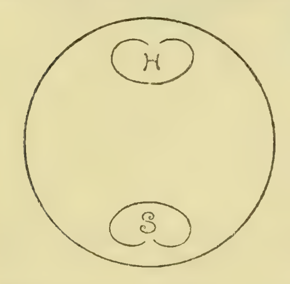


zusammendrücken, so dass der Druck im Inneren mehr als eine Atmosphäre beträgt, dann tritt langsam Wasser aus; wenn wir

dann die Blase werden freigeben, dann kehrt dieselbe Wassermenge wieder zurück.

Wenn in einem anderen Falle in der Zelle zwei Gramm vom Stoffe A gelöst sind, dann wird ein grösserer Ueberdruck, sagen wir von zwei Atmosphären, entstehen.

2. Nun machen wir folgende Annahme: In der Blase unten befindet sich ein kleines Gefäss *S* mit einer engen Oeffnung, und in demselben ist Schwefelsäure. Die Schwefelsäure diffundirt dann langsam in das Wasser der Blase. In der Blase oben befindet sich ein weites, ähnliches, mit engerer Oeffnung versehenes Gefäss mit gelöschtem Kalk, und an diesem diffundirt der Aetzkalk langsam in das Wasser der Blase. Die Schwefelsäure wird dann im Wasser der Blase nach oben diffundiren, oben aber wird sie durch den Kalk gebunden und bildet mit ihm Gyps, der unlöslich ist. Dann wird die Concentration der Schwefelsäure im untersten Theile der Blase am grössten sein, nach oben zu stetig abnehmen, und im obersten Theil der Blase am kleinsten sein. Diese langsame Wanderung der Schwefelsäure von unten nach oben dauert so lange, bis aller Kalk in Gyps verwandelt ist. Für Schwefelsäure soll die Blase undurchlässig sein.

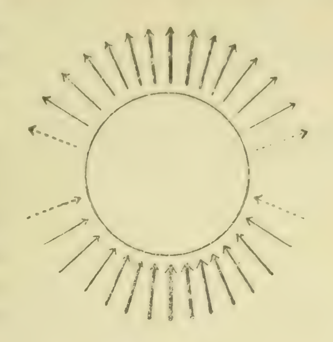


Ob das ganze Experiment speciell mit Kalk, Schwefelsäure und Gyps auch praktisch möglich ist, ist nebensächlich. Ich hätte ebensogut von Stoffen A, B und C sprechen können; nur wäre das Bild weniger anschaulich geworden.

Die Concentration der Schwefelsäure sei unten so gross, dass der Ueberdruck in der Blase drei Atmosphären betrüge, wenn die Concentration in der grossen Blase, in allen Punkten, ebenso gross wäre, wie unten. Oben aber sei die Concentration der Schwefelsäure so klein, dass der Ueberdruck nur eine Atmosphäre betrüge, wenn die Concentration überall dieselbe wäre, wie oben. Welcher Ueberdruck wird dann thatsächlich eintreten?

Im ersten Momente, von dem wir sprechen, sei gar kein Ueberdruck vorhanden. Es beginnt nun von allen Seiten Wasser einzudringen, bei dem der Ueberdruck in der Blase eine Atmosphäre beträgt. Oben hört in diesem Momente der Wassereintritt auf. Unten hört der Wassereintritt aber nicht auf, denn unten würde er erst bei drei Atmosphären Ueberdruck aufhören. Durch den fortdauernden Wassereintritt von unten steigt also der Ueberdruck in der Blase. In dem Momente aber beginnt das Wasser oben auszutreten, weil für die obersten Punkte der Ueberdruck bereits zu gross ist, und durch diesen Austritt wird der Ueberdruck wieder vermindert. Bald wird in der Blase ein bleibender mittlerer Ueberdruck von zwei Atmosphären eintreten. Für die ganze obere Hälfte der Blase ist dieser Ueberdruck zu gross, und

dort tritt Wasser fortwährend aus. Für die ganze untere Hälfte der Blase ist dieser Ueberdruck um ebenso viel zu klein, und dort tritt ebenso viel Wasser fortwährend ein. Die beistehende Figur soll ein Bild dieser Wasserströmung geben. Die stärkeren Strich deuten eine stärkere Strömung an. Diese langsame Strömung erfolgt mit grosser Gewalt, und wenn man das im obersten Punkte austretende Wasser mittelst eines senkrechten, dort aufgedrückten, hohen Glasrohres auffangen wollte, dann stieg das Wasser in diesem Rohr 10 m hoch (eine Atm.). Diese Strömung dauert so lange, bis aller Kalk in Gyps verwandelt ist.



Wir haben also den folgenden Satz: Wenn in einer Zelle ein gelöster, osmotisch wirksamer Stoff ungleichförmig vertheilt ist, dann wirkt die Zelle wie eine Pumpe, die an der Stelle der grössten Concentration reines Wasser aufsaugt, und an der Stelle geringster Concentration reines Wasser auspresst, und zwar saugt und presst die Zelle mit um so grösserer Kraft, je grösser der Concentrationsunterschied in den betreffenden Regionen des Plasmaschlauches ist.

3. Die Ungleichförmigkeit in der Concentration des osmotischen Stoffes A wird eine dauernde sein, wenn der osmotische Stoff in der Zelle einerseits fortwährend erzeugt oder gelöst, andererseits wieder fortwährend verbraucht oder gebunden wird, aber die Erzeugungs- (Lösungs-) Stellen und die Verbrauchs- (Bindungs-) Stellen nicht ganz und gar identisch sind. Der extreme Fall wäre der, dass der Stoff A nur an einer wandständigen Stelle erzeugt, und nur an einer entfernten wandständigen Stelle verbraucht wird. Er kann aber auch nur an einer Stelle erzeugt und in allen Punkten verbraucht oder an allen Stellen erzeugt und nur an einer Stelle verbraucht werden. Es sind da unendlich viel Fälle möglich.

Ich will zeigen, dass selbst scheinbar sehr ungünstige Verhältnisse die gewünschte Ungleichförmigkeit liefern können. Wir nehmen an, dass in allen Punkten der Zelle der Stoff A langsam erzeugt, und in allen Punkten auch langsam verbraucht wird. Wir nehmen ausserdem an, dass der Stoff A um so reichlicher erzeugt wird, je reichlicher an der betreffenden Stelle das erforderliche Bildungsmaterial vorhanden ist, und dass dieses Bildungsmaterial nur von einer Seite, sagen wir von links nach rechts, in die Zelle diffundirt. Unter solchen Bedingungen wird sich der Stoff A links reichlicher bilden, als rechts, denn in die rechte Hälfte gelangt weniger Bildungsmaterial, als in die linke Hälfte, da ein Theil desselben in der linken Hälfte schon verbraucht

worden ist. Dann wird die Zelle auf der Seite, wo das Material zuströmt, Wasser (und eventuell mit ihm neues Material) kräftig aufsaugen, auf der entgegengesetzten Seite aber Wasser (eventuell mit verbliebenem Bildungsmaterial) kräftig ausstossen, weil links immer höhere Concentration vorhanden ist, als rechts.

Die entwickelte Theorie lässt den pumpenden Stoff A nicht das Wasser begleiten; der wirksame Stoff A verbleibt immer in der Pumpe, der Zelle, eingeschlossen und bewegt wird direct nur reines Wasser. Eventuell begleitende gelöste Stoffe sind ganz secundär.

4. Es ist keineswegs nothwendig, dass das Wasser auf seinem ganzen Wege durch die Pflanze durchaus durch pumpende Zellen ströme; das von einem Plasmaschlauch ausgepresste Wasser kann auch in todtes Gewebe oder in Canäle gestossen oder aus solchen ausgesaugt werden. Wesentlich ist nur, dass das Wasser auf seinem Wege von der Erde bis in die höheren Regionen der Pflanze wenigstens an einer Stelle pumpendes Gewebe passirt. Je mehr solche Stellen in der Wasserbahn vorhanden sind, um so leichter kann das Wasser in sehr grosse Höhen gelangen.

Den Inhalt der vorliegenden Entwicklungen können wir also dahin zusammenfassen: Eine Zelle, in der ein osmotisch wirksamer Stoff in nicht-homogener Lösung vorhanden ist, wirkt als Pumpe.

20. Januar 1901.

Druck von Gebr. Gotthelft, Kgl. Hofbuchdruckerei, Cassel.

Dem Gedächtniss Dr. Ssergei Ivanovicz Korshinsky's.

Von
Prof. **N. Kusnezow**
in Jurjew (Dorpat).

Am Ende des verflossenen Jahres hat die russische Wissenschaft einen schweren Verlust erlitten und der russische Botanikerkreis völlig unerwartet eins seiner hervorragenden, thatkräftigen und talentvollen Mitgliedern verloren. Ganz unerwartet verschied am 18. November Mittags der Academiker Ssergei Ivanovicz Korshinsky. Freilich litt er schon lange an einer schweren Nierenkrankheit, weswegen er in letzter Zeit sich einer Kur in der Krim unterzog; aber niemand von uns konnte es ahnen oder vermuthen, dass die an Körper und Geist kraftvolle Natur des Ssergei Ivanovicz der Tod bezwingen, dass er uns diese Kraft, diesen noch ganz jungen, thätigen und energischen Mann rauben könnte. Es trat aber als Complikation eine Lungenentzündung hinzu, und Ssergei Ivanovicz ist nicht mehr unter uns, und es werden wahrscheinlich viele russische Botaniker, erschüttert durch diesen plötzlichen, so frühzeitigen Todesfall, nicht so bald sich mit diesem Gedanken vertraut machen, nicht so bald sich von dem unerwarteten Schicksalsschlag erholen können. Ssergei Ivanovicz starb ja in der vollen Blüte seiner Kräfte, inmitten seines energischen, thätigen Lebens, eines Lebens, das dem gesammten Russland geweiht war, und es werden nicht nur zwei oder drei, sondern sehr viele Personen diesen unersetzlichen Verlust an sich selbst fühlen und empfinden, und oft, wie plötzlich aus dem Schlaf erwachend, sich die Frage vorlegen: „Ist es denn wirklich wahr, ist Ssergei Ivanovicz Korshinsky wirklich nicht mehr unter uns, nimmt er nicht mehr Theil an unserer gemeinsamen Thätigkeit?" Der Tod raffte ihn in dem 39. Lebensjahre hin. Er ist 1861 in Astrachan geboren, absolvirte daselbst das Gymnasium im Jahre 1881 und beendete 1885 den Kurs in der Kasan'schen Universität, wo er seine botanische Erziehung erhielt. Zwei Jahre darauf wurde er zum Magister der Botanik promovirt, im folgenden Jahre (1888) erhielt er die Doctorwürde und gleich darauf wurde er zum Professor an der eben eröffneten Universität zu Tomsk ernannt. Nicht lange jedoch verblieb der junge Professor an dieser im fernen Osten unseres Reiches belegenen Universität. Seine Arbeiten lenkten die Aufmerksamkeit der gelehrten Welt auf sich. Als Magister - Dissertation veröffentlichte er seine „Materialien zur

Geographie und Morphologie der *Aldrovandia vesiculosa*", und als Doctor-Dissertation wurde von ihm der I. Band seines bekannten Werkes „Die Nordgrenze des Schwarzerdegebietes im Osten des Europäischen Russlands" verfasst. Später ist auch der II. Band erschienen.

In diesem Werke Ssergei Ivanovicz's trat deutlich das Gepräge eines Gelehrten hervor: Genauigkeit der Beobachtung, eingehende Bearbeitung der vorliegenden Daten und originelle, aber vorsichtige Folgerungen aus dem gewissenhaft bearbeiteten Thatsachenmaterial.

„Die Nordgrenze des Schwarzerdegebietes im Osten des Europäischen Russlands" wurde von der wissenschaftlichen Kritik nicht sofort wohlwollend aufgenommen. Die Koryphäen der Wissenschaft, die ebenfalls an dieser Frage gearbeitet hatten, wollten sich nicht sogleich damit befreunden, dass ein angehender junger Gelehrter (denn es waren ja nur 3 Jahre vergangen, seitdem er die Schulbank der Universität verlassen hatte) nicht den gewohnten Weg wandelt, sein eigenes Urtheil zu haben wagt. Diese von der Kasan'schen Universität als Doctor-Dissertation angenommene Arbeit wurde besonders unfreundlich in St. Petersburg aufgenommen und rief eine Menge Kritiken hervor. Aber es vergingen Jahre, es legten sich die subjectiven Meinungen, und dieselben Gelehrten, welche sich früher mit den originellen Ansichten Korshinsky's nicht befreunden wollten, zollten ihm nicht nur Anerkennung, sondern würdigten ihn vollkommen nach seinem Verdienst. Der Grundgedanke Korshinsky's in seiner „Nordgrenze des Schwarzerdegebietes" bestand darin, dass die Richtung der Nordgrenze des Schwarzerdegebietes weder durch das Klima, noch durch den Boden, noch durch das Relief des Landes, noch durch die übrigen physikalischen Factoren bedingt wird, sondern durch die Wechselwirkung der Lebensprocesse zweier gleichberechtigter Pflanzenassociationen — des Waldes und der Steppe. Der Kampf um's Dasein zwischen Wald und Steppe bestimmt die Grenze zwischen denselben. Selbstverständlich konnte ein solcher kühner Gedanke nicht sofort die Zustimmung der Specialisten in der Steppenfrage finden, denn dieselben waren die ganze Zeit hindurch verschiedener Ansicht, indem der eine die Grenze zwischen Wald und Steppe durch das Klima bedingt sein liess, der andere die Ursache derselben in der Fein- oder Grobkörnigkeit des Bodens zu finden glaubte, der dritte dieselbe in der chemischen Zusammensetzung des Bodens suchte, der vierte — im Bodenrelief; da tritt plötzlich ein neuer, origineller Geist auf und stellt ohne Zögern rücksichtslos direct die Behauptung auf: Alles, was ihr da vorbringt, ist unrichtig, wir müssen der Sache tiefer auf den Grund gehen, sie in ihrem weiteren Zusammenhang erfassen, man kann nicht eine so verwickelte Erscheinung durch einseitige Ansichten erklären, es handelt sich ja nicht um Maschinen und Instrumente, sondern um vitale Phänomene, in deren Beziehungen zu einander man die Lösung der Frage suchen muss.

Man hätte meinen können, dass ein junger Mann, der solche Ansichten so kühn äussert, ein leichtsinniger Phantast sei, der nur an der Oberfläche der Wissenschaft haftet, der nur nach Endresultaten hascht, ohne sich in den Thatbestand zu vertiefen. Wer aber sich bekannt gemacht hat sowohl mit seinen ersten, als auch mit den folgenden Arbeiten, der wird mit Entrüstung eine solche Meinung von sich weisen. Ssergei Ivanovicz war ein ernster Gelehrter und dazu auch ein origineller Denker. Seine Ansichten von der Entstehung der Steppen und den Beziehungen des Waldes und der Steppe zu einander waren das Ergebniss einer ganzen Reihe eigener solider Untersuchungen und Excursionen, die er im Auftrage der Kasan'schen Naturforscher-Gesellschaft ausgeführt hatte, und nachdem Ssergei Ivanovicz seine allgemeinen Ansichten in seiner Doctor-Dissertation dargelegt hatte, bearbeitete er noch viele Jahre hindurch mit der pedantischen Genauigkeit eines echten Gelehrten das umfangreiche Herbarmaterial, das er gesammelt hatte auf seiner Excursion im Nordosten des Europäischen Russlands. Eine ganze Reihe gedruckter Abhandlungen war das Resultat dieser peinlichen, pedantischen Arbeit, ihre Krone aber war das umfangreiche und solide Werk „Tentamen florae Rossiae orientalis“, das er unlängst auf Grund des gesammten ihm zugänglichen Materials vom Nordosten des Europäischen Russlands veröffentlicht hat.

Die Ernennung S. J. Korshinsky's zum Professor an der Universität Tomsk beeinflusste stark seine gesammte wissenschaftliche Thätigkeit. Er gewann Interesse für Sibirien, er gewann es lieb, und mit der ihm eigenthümlichen kolossalen Energie fing er an Materialen zur Flora Sibiriens zu sammeln, zu bearbeiten und daraus allgemeine Schlüsse zu ziehen.

Die Arbeiten zur Flora Sibiriens bildeten so zu sagen die Fortsetzung seiner Arbeiten in Betreff des Nordostens vom Europäischen Russland. Er machte eine Reihe Reisen in Westsibirien, wo er ein umfassendes Herbarmaterial sammelte; darauf lockte ihn die Wissbegierde in den fernen Osten, in's Amurgebiet, wo er eine Fülle von Material heimbrachte, das ihm zum Glück noch zu bearbeiten gelang.

Durch alle diese Arbeiten erwarb sich S. J. einen so festen, soliden Ruf in der Wissenschaft, dass nach dem Tode des bekannten Academikers K. J. Maximovicz er billiger Weise beide Ehrenposten desselben einnahm — den Posten des Hauptbotanikers an dem Botanischen Garten zu St. Petersburg und einen academischen Stuhl in der Kaiserlichen St. Petersburger Academie der Wissenschaften. Es schien, als ob mit dem Tode K. J. Maximovicz's unsere Wissenschaft eine unersetzliche Kraft verloren hätte. Und in der That war der Verlust gross, aber S. J. Korshinsky ersetzte ihn ehrenvoll, und der einzige Vorwurf, den man ihm machen könnte, wäre etwa der, dass er gar zu kurze Zeit für Maximovicz thätig sein konnte, dass er gar zu bald ihm gefolgt und dahin gegangen ist, woher es keine Wiederkehr giebt. . . . .

Als ein Mensch unabhängigen Charakters und von origineller

Denkart wollte S. J. Korshinsky nicht blos ein Fortsetzer der Thätigkeit K. J. Maximovicz's sein, die ja auch zu früh durch den unerbittlichen Tod unterbrochen worden war, sondern er ging in seiner Wirksamkeit sowohl am Botanischen Garten, als auch an der Academie der Wissenschaften seinen eigenen Weg im festen, nicht wankenden russischen Schritt. Er ebnete sich selbst die wissenschaftliche Bahn, und oft in einer Weise, wie es niemand von ihm erwartet hatte. Die hauptsächlichsten Fragen, die ihn beschäftigten, waren:

1. Die Erforschung der Flora von Turkestan, wohin er, ungeachtet seiner Stellung in der Academie, gern Reisen und Excursionen unternahm, die er mit der Energie und Unermüdlichkeit eines angehenden jungen Gelehrten ausführte; und

2. Die Erforschung und Bearbeitung der Flora von Russland. Er fing eine solide Arbeit an — die Herausgabe eines „Herbariums der Russischen Flora", eine Arbeit, die sowohl eine grosse wissenschaftliche Bedeutung, als auch einen enormen Einfluss auf das Gemeinleben hat, denn dieses Werk gab den Anstoss zur wissenschaftlichen Thätigkeit vieler bei uns in Russland noch brachliegender nichtfachmännischer Kräfte. Bei der Herausgabe dieses Herbariums trug sich S. J. Korshinsky auch mit dem Gedanken an eine Edition einer neuen „Flora Russlands" und nicht früher, als im vorigen Frühling fing dieser Plan an realisirt zu werden, denn die Bestrebungen des Academikers Korshinsky lenkten die Aufmerksamkeit Sr. Majestät des Kaisers auf sich, der zu befehlen geruhte, eine gewisse Summe Geldes aus Seiner eigenen Schatulle für dieses wichtige wissenschaftliche Unternehmen zu assigniren.

Bei dem mit beispielloser Energie ausgeführten Zusammentragen von Materialien aus dem Europäischen Russland, Sibirien, Turkestan und bei der Bearbeitung derselben, die S. J. Korshinsky mit dem Ernste des gewissenhaftesten Gelehrten vollzog, vergrub er sich nicht einfach in Thatsachenmaterial, und streifte nicht durch Wälder, die er etwa vor den Bäumen nicht sah. Wie am Anfang seiner wissenschaftlichen Thätigkeit, so pflegte er auch jetzt nicht nur seine Hände und Augen, sondern auch seinen Geist und seinen Intellekt zu bethätigen. Und als Resultat dieser Gedankenarbeit, einer kühnen und originellen Arbeit, erschien vor kurzem ein neues Werk über die Frage nach der Entstehung der Arten, unter dem Titel: „Heterogenesis und Evolution" . . . .

Ja, einen gewaltigen, unersetzlichen Verlust haben wir russische Botaniker alle erlitten. Und lange, lange werden wir's fühlen, dass in unserer Mitte sich eine Leere gebildet hat, dass wir verwaist sind, dass uns zur Seite nicht mehr die ungewöhnliche, mächtige und zugleich vollkommen ehrliche, humane, hochgesinnte Kraft steht. Friede deiner Asche, unser unvergesslicher Kamerad in der Wissenschaft, in der Arbeit, einer Arbeit, welche, ganz und gar uneigennützig, nur dem Ruhm und Stolze des theuren Vaterlandes geweiht ist.

Untersuchungen über Blatt- und Achsenstructur der *Genisteen*-Gattung *Aspalathus* und einiger verwandter Genera.

Von

Ludwig Levy

aus Marienwerder.

Einleitung.

Die *Papilionaceen* sind im allgemeinen eine durch äussere Merkmale ausgezeichnete Familie. Abgesehen von der besonderen Blüten- und Fruchtorganisation bieten die Vegetationsorgane mit ihren zusammengesetzten, häufig gefiederten Blättern, welche mit Nebenblättern versehen sind, charakteristische Kennzeichen. Indessen auch anderen Familien kommen zusammengesetzte Blätter mit Nebenblättern zu, so dass die Erkennung einer *Papilionacee* im sterilen Zustand durch die äussere Blattbeschaffenheit allein nicht ermöglicht werden kann. Dazu kommt, dass es auch, und zwar nicht wenige *Papilionaceen* giebt, welche einfache, nicht zusammengesetzte Blätter haben, und welchen Nebenblätter fehlen. Es ist daher vor acht Jahren der Anfang gemacht worden, durch eine anatomische Untersuchung der Vegetationsorgane bei den *Papilionaceen* neue anatomische Merkmale zu gewinnen, welche zur Erkennung von *Papilionaceen* im sterilen Zustande gute Dienste leisten können. So hat Debold (1892) die *Phaseoleen*, Koepff (1892) die *Dahlbergieen*, *Sophoreen*, *Swartzieen*, Vogelsberger (1893) die *Hedysareen* und Weyland (1893) die *Galegeen* untersucht, und es haben sich bei diesen Untersuchungen entsprechende Resultate ergeben, welche es dringend wünschenswerth erscheinen lassen, die begonnene Aufgabe weiter zu führen und die noch nicht geprüften Abtheilungen der *Papilionaceen* in gleicher Weise rücksichtlich der Anatomie von Achse und Blatt zu bearbeiten. Mir wurde die Aufgabe zu Theil, einige *Genisteen*-Gattungen aus der Subtribus der *Crotalarieen* in der angezeigten Weise zu untersuchen. Es sind dies die Gattungen *Aspalathus*, *Buchenroedera*, *Melolobium*, *Dichilus* und *Heylandia*, welche ausser der in Ostindien heimischen, monotypischen Gattung *Heylandia* sämmtlich der Capflora angehören.

Ueber die anatomischen Verhältnisse der von mir untersuchten Gattungsgruppe ist fast nichts bekannt. Nur bei Reinke

(Untersuchungen über die Assimilationsorgane der *Leguminosen* in Pringsheim's Jahrbücher. Bd. XXX. 1897) finden sich Angaben über die Blattanatomie einiger *Aspalathus*-Arten, sowie einer *Anarthrophyllum*-Art.

Im folgenden fasse ich nun die Resultate meiner Untersuchungen kurz zusammen. Vor allem ist anzuführen, dass die nach den bisherigen Untersuchungen für die *Papilionaceen* charakteristisch gehaltenen Merkmale, wie das Fehlen typischer Drusen, das Vorkommen dreizelliger, einzellreihiger Haare mit langer Endzelle, kurzer Stiel- und Basalzelle, sodann die einfachen Gefässperforationen und die einfache Tüpfelung der Holzfasern, welche meist die Grundmasse des Holzes bilden, auch bei den von mir untersuchten Gattungen anzutreffen sind. Von anatomischen Verhältnissen, die bei sämmtlichen von mir untersuchten Gattungen auftreten, sind zu nennen: Der fast stets centrische Blattbau; das Fehlen eines typischen Schwammgewebes; die von gewöhnlichen Epidermiszellen (Nachbarzellen) umgebenen Stomata; der Mangel an inneren Secretionsorganen, die Ausscheidung des oxalsauren Kalkes ausschliesslich in Form kleiner, prismatischer, nadelförmiger oder oktaedrischer Krystalle; das Fehlen der Aussendrüsen, *Melolobium* allein ausgenommen; schliesslich das Auftreten isolirter Bastfasergruppen im Pericykel des Zweiges. Weiter hat meine Arbeit verschiedene anatomische Merkmale zu Tage gefördert, die zur Charakteristik von Gattungen und Arten dienen können. Ich hebe im folgenden zunächst die besonderen Structurverhältnisse hervor, welche ich in dieser Richtung bei meinen Untersuchungen angetroffen habe. Für die nadelförmigen Blätter von *Aspalathus* ist das Querschnittsbild des Blattes charakteristisch, indem im Innern des Blattes ein markähnliches Gewebe entwickelt ist, welches das centrale Leitbündel mit seinen eventuellen Auszweigungen einschliesst. Für viele *Aspalathus*-Arten sind die „Scheintüpfel“ der Aussenwand der Epidermiszellen anzuführen, welche im allgemeinen Theil dieser Arbeit näher besprochen werden. Im Mesophyll der beiden untersuchten Arten von *Buchenroedera* treten Sklereïden auf. Allen *Melolobium*-Arten kommen einzellige, kurzgestielte, mit kugeligem Köpfchen versehene Aussendrüsen zu, welche sich zuweilen auf vielzelligen Postamenten befinden. Die Korkentwicklung erfolgt gewöhnlich in einer oberflächlichen Zelllage des Zweiges, nur bei *Aspalathus* tief im Innern desselben. Ausserdem liessen sich für die Artcharakteristik der verschiedenen Gattungen noch die folgenden anatomischen Verhältnisse verwerthen: Die Beschaffenheit der Seiten- und Aussenwände der Epidermiszellen, die Verschleimung der Innenmembranen der Epidermiszellen, die Ausbildung des Mesophylls, das Vorhandensein resp. Fehlen der mechanischen Elemente in den Nerven, die gewöhnliche oder zweiarmige Beschaffenheit der Endzellen der Deckhaare. Schliesslich ist es noch von Interesse, das Vorkommen blauer Körperchen von Indigoähnlichem Aussehen im Mesophyll des trockenen Blattes von *Melolobium* und eines saponinartigen Glykosides bei einigen *Aspala-*

thus-Arten anzuführen, worüber im allgemeinen Theil das Nähere zu finden ist.

Meine Arbeit gliedert sich in zwei Theile, in einen allgemeinen, welcher die Blatt- beziehungsweise Achsenstructur der von mir geprüften Gattungsgruppe bespricht, und in einen speciellen, welcher die Blattanatomie der einzelnen untersuchten Arten zum Gegenstande hat.

Zum Schlusse der Einleitung folgt noch eine Uebersicht der von mir untersuchten Gattungen, unter Angabe der Zahl der untersuchten Arten; ich führe dabei die Genera in der Reihenfolge von Bentham-Hooker, Gen. plant. I. p. 478 ff unter n. 47—52 auf:

47. *Aspalathus*:	von	150	Arten	wurden	untersucht	80.
48. *Buchenroedera*:	„	8	„	„	„	2.
50. *Melolobium*:	„	11	„	„	„	7.
51. *Dichilus*:	„	3	„	„	„	2.
52. *Heylandia*:	„	1	Art	„	„	1.

Das von Bentham-Hooker unter n. 49 angeführte Genus *Anarthrophyllum* stand mir nicht zur Verfügung.*)

Das Untersuchungsmaterial habe ich aus dem königl. Staatsherbar zu München erhalten. Für die freundliche Ueberlassung des Materials sage ich dem Vorstande der Sammlung, Herrn Prof. Dr. Radlkofer, meinen besten Dank.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. H. Solereder, auch an dieser Stelle für die Uebertragung und Leitung der Arbeit, sowie für die freundliche Unterstützung bei der Ausführung derselben, meinen verbindlichsten Dank abzustatten.

Allgemeiner Theil.

a) Blattstructur.

Der eingehenden anatomischen Besprechung des Blattes schicke ich eine kurze Beschreibung der Assimilationsorgane rücksichtlich ihrer exomorphen Verhältnisse voraus.

Krautige Pflanzen trifft man bei der von mir untersuchten Gattungsgruppe nur in der monotypischen, in Ostindien einheimischen Gattung *Heylandia* an, deren einfache, nicht zusammengesetzte Blätter sehr dünn und mit langen Haaren besetzt sind. Die übrigen Gattungen umfassen Sträucher oder Halbsträucher, welche Vertreter der Capflora sind und einen je nach der Form der Blätter, nach der mehr oder weniger entwickelten, öfters dornigen Verzweigung und nach der Behaarung verschiedenen Habitus aufweisen.

Die Blätter der *Aspalathus*-Arten sind dreizählig zusammengesetzt, wobei mitunter der Blattstiel reducirt ist, oder einfach. Die übrigen von mir geprüften Gattungen haben durchweg dreizählig zusammengesetzte Blätter. Was die Form der Blätter, be-

*) Ueber die Blatt-Anatomie von *Anarthrophyllum juniperinum*. (Siehe Reinke, a. a. O.; p. 53.)

ziehungsweise Fiederblättchen anlangt, so ist dieselbe innerhalb der Gattung *Aspalathus* eine verschiedene; Arten mit nadelförmigen Blättern von der Lärchen-, Erika- und Lykopodiumform überwiegen an Zahl die flachblättrigen, der Myrthenform zuzuzählenden Arten. Bei *Buchenroedera*, *Melolobium* und *Dichilus* sind die Spreiten stets flächenartig und dabei meist ziemlich dick, selten dünn.

Ich gehe nun zur Besprechung der Blattanatomie über und beginne mit dem Hautgewebe.

Was die Epidermiszellen betrifft, so möchte ich zunächst hervorheben, dass dieselben gewöhnlich auf allen Theilen der Blattfläche in gleicher Weise ausgebildet sind. In Bezug auf den Umriss der Epidermiszellen in der Flächenansicht kommen die verschiedensten, für die Artcharakteristik verwerthbaren Verhältnisse vor. Doch sind gradlinige oder wenig gebogene Seitenränder bei den meisten der untersuchten Arten vorhanden. Deutlich undulirte Seitenränder sind nur bei bestimmten *Melolobium*- und *Dichilus*-Arten anzutreffen. Namentlich bei den nadelförmigen Blättern ist mitunter zu beobachten, dass die Epidermiszellen zu einem grösseren oder geringeren Theile in Richtung des Längsdurchmessers des Blattes gestreckt sind. Was die Grösse der Epidermiszellen anlangt, so ist dieselbe bei allen untersuchten Arten eine mittlere; innerhalb der Gattung *Aspalathus* findet man in dieser Richtung einige Verschiedenheiten, die in den anatomischen Diagnosen der einzelnen Arten ihre Berücksichtigung gefunden haben. Die Aussenwand der Epidermiszellen, und zwar besonders der aus Cellulose bestehende innere Theil der Aussenwand, seltener die Cuticula, zeigt je nach der Art eine verschiedene Dicke. Was zunächst den aus Cellulose bestehenden Theil betrifft, so ist derselbe nur bei bestimmten Arten von *Aspalathus* und *Melolobium* stark verdickt und hat dann meist ein gequollenes Aussehen. Diese gequollenen Zellwände bestehen aus Hemicellulose, wie die Blaufärbung durch wässrige Jodlösung zeigt. Im Anschluss daran sei gleich erwähnt, dass bei vielen *Aspalathus*-Arten der in Rede stehende Cellulosetheil der Aussenwand in Form von Zapfen oder Lamellen in die Cuticula eindringt. Dadurch entstehen in der Flächenansicht Linien oder punktförmige Stellen, welche wie Tüpfel aussehen, aber nicht Tüpfel sind und daher von mir als „Scheintüpfel" bezeichnet werden. Man sieht dieselben auf dem Blattquerschnitt als helle Vorsprünge in die gelbliche Cuticula eintreten; durch Behandeln dünner Querschnitte mit Jodkalium sind diese Vorsprünge besonders deutlich zu machen, indem die Cuticula gelb, die nicht cuticularisirten Theile der Aussenwand, also auch die in die Cuticula eindringenden Zapfen bläulich gefärbt werden. Nach Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure auf die Schnitte erkennt man in der allein übrig bleibenden, sich in die Fläche legenden Cuticula verdünnte, punkt- oder linienförmige Stellen, welche von den Hemicellulosezapfen, beziehungsweise Hemicelluloselamellen ursprünglich ausgefüllt waren; dieselben entsprechen auch vollkommen den auf den Flächenschnitten

beobachteten Scheintüpfeln. Aehnliche Verhältnisse wie die eben beschriebenen hat, wie kurz angedeutet werden soll, bereits De Bary für die mit dicker Aussenwand versehenen Blätter von *Ilex Aquifolium* und einige andere Pflanzen in seiner vergleichenden Anatomie (p. 83) beschrieben. Häufig verbindet sich mit den Scheintüpfeln das Auftreten warziger oder streifiger Unebenheiten der Cuticula, welche letztere aber auch unabhängig von den Scheintüpfeln vorkommen. Eine erheblichere Verdickung der Cuticula wurde nur bei bestimmten *Aspalathus*-Arten beobachtet; sonst ist sie dünn. Abgesehen von der bereits erwähnten warzigen Ausbildung wurde noch eine Körnelung der Cuticula bei bestimmten *Aspalathus*- und *Dichilus*-Arten und eine Streifung bei bestimmten *Aspalathus*- und *Melolobium*-Arten angetroffen. Die Seitenwände der Epidermiszellen sind in der Regel dünn oder nur schwach verdickt; bei bestimmten *Aspalathus*-Arten sind sie hingegen stark verdickt. Die stärker verdickten Seitenwände sind häufig mit Tüpfeln besetzt. Bezüglich der Innenwände der Epidermiszellen ist zu erwähnen, dass dieselben bei bestimmten Arten von *Aspalathus* und *Melolobium* eine ähnliche gequollene Beschaffenheit wie der verdickte Cellulosetheil der Aussenwände haben, im übrigen aber nur schwach verdickt sind. Bei vielen Arten von *Aspalathus*, *Melolobium*, *Dichilus* und bei *Heylandia* tritt eine Verschleimung der Innenmembranen auf, welche sich bald auf einen grösseren Theil der Epidermiszellen, bald auf einen kleineren und dabei auf die gesammte Blattfläche erstreckt. Mitunter zeichnen sich die verschleimten Epidermiszellen durch ihre Grösse aus und dringen dann halbkugelig in das Mesophyll ein, so im dünnen Blatt von *Heylandia*. In zweifelhaften Fällen wurde zum Nachweise der Verschleimung die bekannte Tuschreaction herangezogen. Die in Rede stehenden Epidermiszellen mit verschleimter Innenmembran dienen zweifellos als Wasserspeicher.

Ich komme nun auf die Spaltöffnungen zu sprechen. Die Schliesszellenpaare haben meist einen elliptischen Umriss, selten einen kreisrunden, wie bei einigen *Aspalathus*-Arten. Die Grösse der Stomata ist meist die gewöhnliche; als relativ gross (Spaltdurchmesser = 0,06 mm) sind sie bei bestimmten *Aspalathus*-Arten, als relativ klein (Spaltdurchmesser = 0,016 mm) bei den untersuchten Arten von *Buchenroedera* und bei *Heylandia* zu bezeichnen. Die Spaltöffnungen sind bei den meisten Arten unregelmässig in Bezug auf die Spaltrichtung (regellos) angeordnet; nur bei bestimmten *Aspalathus*-Arten liegen sie mit der Spaltrichtung parallel zum Mittelnerv. Sie werden bei den meisten Arten von drei bis fünf Nachbarzellen umgeben, als welche bei einigen *Aspalathus*-Arten auch Haarbasalzellen oder Schleimzellen fungiren. Bei einer grösseren Anzahl *Aspalathus*-Arten unterscheiden sich die die einzelnen Schliesszellenpaare umgebenden Nachbarzellen von einander in Grösse, Lagerung und Gestalt, sodass ein Theil von ihnen dann nebenzellenartig hervortritt. Typische Nebenzellen finden sich aber nirgends vor. Besonders zu erwähnen ist

noch der mehr oder weniger deutliche Cuticularwall, welcher die Stomata bestimmter *Aspalathus* - Arten umschliesst, worüber im speciellen Theil näheres zu finden ist. Bezüglich der Lage der Stomata ist zu erwähnen, dass sie meist im Niveau der Epidermis liegen; nur bei einigen Arten von *Aspalathus* und *Dichilus* sind sie eingesenkt. Bei bestimmten *Aspalathus*- und *Melolobium*-Arten treten sie mit ihren Kämmen mehr oder weniger über die Epidermis. An dieser Stelle mag noch die Beobachtung angeführt sein, dass die Zahl der Stomata mit der Behaarung in Correlation steht, insofern bei grosser Zahl der Spaltöffnungen immer eine erhebliche Behaarung als Transpirationsschutz auftritt.

Wie schon oben erwähnt wurde, ist die Epidermis auf allen Theilen der Blattfläche meist gleichartig ausgebildet, und zwar sowohl rücksichtlich der Form und Grösse der Epidermiszellen, wie auch bezüglich des Auftretens und der Zahl der Stomata; nur bei einigen *Aspalathus*-Arten verhalten sich Blattoberseite und Blattunterseite von einander verschieden. Es sind dann die Spaltöffnungen oberseits reichlicher als unterseits; mitunter finden sich auch in Bezug auf die Streckung und Grösse der beiderseitigen Epidermiszellen Verschiedenheiten vor, auf welche ich gelegentlich der Besprechung der Blattstructur bei der Gattung *Aspalathus* näher zurückkomme.

Indem ich nun zur Besprechung des Mesophylls übergehe, möchte ich vorerst hervorheben, dass der Blattbau fast stets centrisch ist; nur bei *Dichilus gracilis* ist derselbe subcentrisch zu nennen. Das Mesophyll besteht im wesentlichen aus Pallisadengewebe, dessen Zellen bezüglich der Breite und Streckung, sowie der Anzahl der Schichten bei den einzelnen Arten Verschiedenheiten aufweisen. Die Pallisadenzellen sind in den meisten Fällen ziemlich breit und langgestreckt, nur bei *Dichilus* und *Heylandia* kurz und sind gewöhnlich in zwei bis drei Schichten angeordnet. Typisches Schwammgewebe ist nirgends entwickelt. In den nadelförmigen Blättern von *Aspalathus* ist nach innen von den Pallisadenzellen ein auf dem Querschnitte rundlichlumiges, mehr oder weniger grosszelliges Parenchym („Innenparenchym") ausgebildet, das in einer verschieden grossen Schichtenzahl entwickelt ist. Dasselbe umschliesst das central vereinigte Leitbündelsystem und tritt, wenn es nur aus ein bis zwei Schichten besteht, als Parenchymscheide des Gefässbündelsystems auf. In den flachen Blättern, die bei *Aspalathus* öfters, bei den anderen untersuchten Gattungen ausschliesslich angetroffen wurden, besteht das Mesophyll gewöhnlich nur aus Pallisadenparenchem; nur bei bestimmten *Aspalathus*-Arten und bei *Buchenroedera* schiebt sich zwischen dem beiderseitigen Pallisadengewebe ein wenigschichtiges, dünnwandiges und zuweilen lückiges, schwammgewebeartiges Parenchym ein, in welchem die Leitbündel der kleinen Nerven eingebettet sind. Zu erwähnen ist sodann noch das Vorkommen von Sklereïden im Mesophyll der beiden untersuchten *Buchenroedera*-Arten. Es sind dies schwach sklerosirte Parenchymzellen, welche im Pallisadengewebe in pallisadenzellenähnlicher Gestalt auftreten und

in verschiedener Menge vorkommen; bei *Buchenroedera multiflora* sind sie auch im Anschluss an den Hartbast der Leitbündel entwickelt. Diese Idioblasten erfüllen wohl hauptsächlich mechanische Zwecke.

Was das Gefässbündelsystem der Nerven anlangt, so ist zunächst zu bemerken, dass dasselbe fast stets im Mesophyll eingebettet ist; nur bei *Heylandia* ist der Mittelnerv durchgehend, indem sich an das Leitbündelsystem desselben nach oben und unten Begleitparenchym bis zur Epidermis anschliesst. In den flachen Blättern aller untersuchten Arten sind Mittel- und Seitennerven in gewöhnlicher Weise entwickelt und häufig von deutlichen, grosszelligen Parenchymscheiden umschlossen. Hingegen ist bei den mit nadelförmigen Blättern versehenen *Aspalathus*-Arten das Leitbündelsystem, das aus einem Hauptbündel und zwei oder mehreren kleinen Seitenbündeln besteht, central vereinigt; bei geringer Entwickelung des Innenparenchyms, von dem oben die Rede war, sind die seitlichen Leitbündel dem central gelegenen Hauptbündel angelagert; bei reichlicher Ausbildung des Innenparenchyms verlaufen sie in grösserer Entfernung von demselben, aber noch eingebettet im Innenparenchym. Rücksichtlich der mechanischen Elemente, welche stets nur am Basttheil der Leitbündel auftreten, und bald aus dickwandigem und englumigem, bald aus weiterlumigem Sklerenchym bestehen, verhalten sich die Arten der untersuchten Gattungsgruppe verschieden. Während bei *Dichilus, Heylandia*, fast allen *Melolobium*-Arten und einigen *Aspalathus*-Arten das Sklerenchym in Begleitung der Nervenleitbündel stets fehlt, ist dasselbe bei den meisten *Aspalathus*-Arten, bei *Melolobium microphyllum* und bei *Buchenroedera* stets vorhanden. Das Sklerenchym ist besonders kräftig am Mittelnerv entwickelt, häufig tritt dasselbe auch an den grösseren Seitennerven in verschiedener Reichlichkeit auf. In den nadelförmigen Blättern von *Aspalathus* ist das centrale Leitbündel oft mit einem so kräftigen Hartbast versehen, dass letzterer die grösste Masse des Leitbündels bildet.

Was die Krystallverhältnisse des oxalsauren Kalkes betrifft, so möchte ich zunächst bemerken, dass derselbe nur bei vielen *Aspalathus*-Arten und bei *Melolobium microphyllum* in Form kleiner prismatischer, oktaëdrischer und nadelförmiger, mitunter zu kleinen drusenartigen Körpern vereinigter Krystalle beobachtet wurde. Die grossen, anderwärts bei den *Papilionaceen* verbreiteten, gewöhnlichen Einzelkrystalle habe ich nicht angetroffen, ebensowenig wirkliche Drusen. Die erwähnten Krystalle finden sich im Pallisadengewebe, zuweilen sehr reichlich und dann zu vielen fast in jeder Zelle.

Von anderen besonderen Inhaltsstoffen sind noch zu erwähnen: Sphärokrystallinische Massen von nicht näher gekannter Natur in den Epidermiszellen von *Aspalathus aciphylla.* Fernerhin im Mesophyll aller untersuchten *Melolobium*-Arten kleine blaue Körnchen von Indigo-ähnlichem Aussehen; schliesslich eine glykosidartige Substanz in der Epidermis einiger *Aspalathus*-Arten. Eine

Identificirung der erwähnten blauen Körnchen mit Indigo, welches bekanntlich bei den *Papilionaceen*-Gattungen *Indigofera* und *Crotalaria* auftritt, war mir auf mikrochemischem Wege nicht möglich; indessen erinnern die blauen Körnchen ganz und gar an die im Mesophyll bestimmter *Crotalaria*-Arten vorhandenen, für welche Molisch*) den Nachweis erbracht hat, dass sie aus Indigo bestehen. Interessant ist der Nachweis von glykosidartiger Substanz, welche saponinartige Eigenschaften hat. Das Glykosid, welches zweifellos in der lebenden Pflanze im Zellsaft gelöst ist, bildet im trockenen Blatt formlose Massen innerhalb der Zellen. Bei der Maceration der trockenen Blätter mit Wasser entsteht beim Schütteln ein relativ starker, bleibender Schaum. Der von Zimmermann empfohlene mikrochemische Nachweis des Saponins mittelst concentrirter Schwefelsäure, die eine gelbe, dann lebhaft roth, schliesslich blauviolett werdende Färbung im Präparat hervorrufen soll, gelang nicht vollkommen. Ob der vielleicht zu geringe Saponingehalt, oder die Unsicherheit, mit der mikrochemische Untersuchungen in der Pflanzenanatomie oft zu rechnen haben, daran schuld ist, will ich nicht erörtern. Beigefügt sei noch, dass bereits Thiel im Journal de Pharmacie et Chimie (1889, p. 67) bei einer *Leguminose*, nämlich der *Mimosee Albizzia anthelmintica* Baill. und zwar in der Rinde derselben einen saponinartigen Körper und van Rijn in seinem Werke über die Glykoside (1900, p. 239) ein giftiges Saponinglykosid bei *Millettia atropurpurea* Bth. angeben.

Indem ich mich nun zu den Trichomen wende, will ich vorerst hervorheben, dass dreizellige Deckhaare und bei *Melolobium* auch einzellige Drüsenhaare vorkommen.

Was zunächst die Deckhaare betrifft, welche die gewöhnliche Structur der *Papilionaceen*-Haare besitzen, d. h. aus einer kurzen Basal-, einer kurzen Hals- oder Stiel- und einer längeren Endzelle bestehen, und bei allen Gattungen der von mir untersuchten Gruppe constatirt werden konnten, so kommen rücksichtlich ihrer näheren Structur mannigfache Verschiedenheiten vor. Dieselben betreffen namentlich die Endzelle, selten auch die Stielzelle. Die Stielzellen sind bei *Buchenroedera* kurz zweiarmig und von elliptischem Umriss in der Flächenansicht, weshalb die nach dem Abfallen der Endzelle überbleibenden Gebilde leicht für Drüsenhaare gehalten werden können. Die Endzellen der Trichome zeigen zunächst rücksichtlich ihrer Länge, ihrer Wandbeschaffenheit und der damit zusammenhängenden Lumenweite, auch rücksichtlich ihrer Breite eine Reihe von Unterschieden. Sehr lange, manchmal schlanke und hin und her gebogene Endzellen trifft man bei Arten von *Aspalathus* und *Heylandia* an; die Länge der Endzelle variirt übrigens mitunter auf derselben Blattfläche, so bei bestimmten *Aspalathus*-Arten. Körnelung der Endzelle wurde nur bei *Dichilus* und *Heylandia* beobachtet. Viel wichtiger als die

---

*) Sitzungsber. der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften (Wien) 1898. p. 747 ff.

bisher besprochenen Verhältnisse der Endzelle, ist die zweiarmige Ausbildung derselben. Während bei *Melolobium*, *Dichilus* und *Heylandia* eine gewöhnliche Endzelle vorhanden ist, hat dieselbe bei vielen *Aspalathus*-Arten und bei *Buchenroedera* eine zweiarmige Ausbildung erfahren. Die zweiarmigen Endzellen sind entweder gleicharmig (*Aspalathus*) oder ungleicharmig (*Aspalathus* und *Buchenroedera*); bei bestimmten *Aspalathus*-Arten treten auf derselben Blattfläche gleicharmige und ungleicharmige neben einander auf. Den ungleicharmigen zweiarmigen Haaren schliessen sich noch die Trichome bestimmter *Aspalathus*-Arten an, deren Endzellen der Organoberfläche anliegen und an ihrer Basis auf der dem Haarende abgewendeten Seite eine kurze Aussackung besitzen, Trichome, welche Tendenz zu zweiarmiger Ausbildung der Endzelle zeigen. Im speciellen Theile dieser Arbeit werden rücksichtlich der Ausbildung der Endzelle unterschieden: Trichome mit gewöhnlicher Endzelle, solche mit zweiarmiger (gleich- oder ungleicharmiger) Endzelle und solche mit Tendenz zur zweiarmigen Ausbildung. Rücksichtlich der die Haarbasen umgebenden Epidermiszellen ist noch anzuführen, dass dieselben nur selten als deutliche Nebenzellen der Haare hervortreten, so namentlich bei *Aspalathus*-Arten und bei *Heylandia*, bei welchen die Epidermiszellen eine Art Haarsockel bilden. Zum Schlusse der Besprechung der Deckhaare ist noch zu bemerken, dass bei den Arten, bei welchen an den Blättern keine Trichome oder doch nur Haarnarben beobachtet werden konnten, die jungen Achsentheile zur Feststellung der Behaarung herangezogen wurden, was bei den betreffenden Arten erwähnt wird; so konnten überall, ausser bei einigen *Melolobium*-Arten, die in Rede stehenden Deckhaare nachgewiesen werden.

Drüsenhaare sind, wie bereits oben gesagt wurde, nur bei der Gattung *Melolobium* vorhanden. Bei *Melolobium* kommen, wie ich mit Rücksicht auf andere, gleichzeitig ausgeführte Untersuchungen der übrigen *Genisteen*-Gattungen sagen kann, neben *Adenocarpus* allein unter den *Genisteen* Drüsenhaare vor. Hier wie dort sind die Drüsenhaare schon den Systematikern aufgefallen, welche speciell die *Melolobium*-Arten als „frutices suffruticosae . . . glanduloso-villosi v. viscosi“ (s. Bentham-Hooker, Gen. plant. p. 478) bezeichnen und das drüsige Indument von *Melolobium* als Unterscheidungsmerkmal gegenüber der verwandten Gattung *Dichilus* hervorgehoben haben. Die Aussendrüsen trifft man am Blatte namentlich auf der Unterseite und an dem Rande an, ausserdem auch an der Achse und den Blütentheilen. Sie sind im wesentlichen einzellig und bestehen aus einer kugeligen Zelle, welche sich in einen kurzen Stiel ausbuchtet. Meist sind sie sitzend und dann direct mit dem Stiele in die Epidermis eingesenkt. Die gestielten Drüsenhaare befinden sich auf postamentartigen, schon mit freiem Auge sichtbaren Erhebungen, an deren Bildung ausser mehreren Reihen von Epidermiszellen auch Mesophyllzellen theilnehmen. Das Drüsensecret ist mitunter auf dem trockenen Blatte in Form brüchiger, glasiger Harzmassen abgelagert.

Uebersicht über die anatomischen Verhältnisse des Blattes bei den untersuchten Gattungen.

I. Epidermis:

a) Seitenränder der Epidermiszellen mehr oder weniger deutlich gebogen, seltener gerade: bei Arten aller untersuchter Gattungen.

Seitenränder der Epidermiszellen typisch undulirt: bei Arten von *Melolobium* und *Dichilus*.

b) Cellulosetheil der Aussenwände der Epidermiszellen schwach oder mässig verdickt: bei Arten aller untersuchter Gattungen.

Cellulosetheil der Aussenwände der Epidermiszellen stark verdickt und dann meist gequollen: bei Arten von *Aspalathus* und *Melolobium*.

c) Innenmembranen der Epidermiszellen verschleimt: bei Arten von *Aspalathus*, *Melolobium*, *Dichilus* und bei *Heylandia*.

d) Scheintüpfel: bei Arten von *Aspalathus*.

II. Stomata:

Spaltöffnungen richtungslos angeordnet: bei Arten aller untersuchter Gattungen.

Spaltöffnungen mit der Spaltrichtung parallel zum Mittelnerv angeordnet: bei Arten von *Aspalathus*.

III. Charakteristischer Blattquerschnitt mit central zusammengezogenem Gefässbündelsystem, welches von einem mehrschichtigen, rundlichlumigen Parenchym umhüllt wird: bei Arten von *Aspalathus*.

IV. Mechanische Elemente:

a) Kein Sklerenchym in Begleitung der Nervenleitbündel: bei Arten von *Aspalathus*, *Melolobium*, *Dichilus* und bei *Heylandia*.

Kräftig entwickeltes Sklerenchym in Begleitung der Gefässbündel des Hauptnerven und der grösseren Nerven: bei Arten von *Aspalathus* und *Buchenroedera*.

Sehr schwach entwickeltes Sklerenchym in Begleitung der Nervenleitbündel: bei Arten von *Aspalathus* und bei *Melolobium microphyllum* var. *collinum*.

b) Sclereïden bei *Buchenroedera*.

V. Inhaltsstoffe:

a) Kalkoxalat in Form kleiner Prismen, Nadeln und Oktaeder: bei Arten von *Aspalathus* und bei *Melolobium microphyllum*.

Kein Kalkoxalat: bei Arten aller untersuchter Gattungen.

b) Ein saponinartiges Glykosid bei Arten von *Aspalathus*.

c) Blaue Körnchen von indigoähnlichem Aussehen: bei *Melolobium*.

VI. Trichome:

a) Deckhaare:

Endzelle von gewöhnlicher Ausbildung: bei Arten von *Aspalathus*, *Melolobium*, *Dichilus* und bei *Heylandia*.

Endzelle zweiarmig ausgebildet: bei Arten von *Aspalathus* und bei *Buchenroedera*.

b) Drüsenhaare, und zwar einzellige, mit kurzem Stiel und kugeligem Köpfchen bei *Melolobium*.

b) Achsenstructur.

Da rücksichtlich der Achsenstructur innerhalb der Gattung nicht erhebliche Verschiedenheiten aufzutreten pflegen, untersuchte ich von jeder Gattung eine Art.

Was zunächst die übereinstimmenden Verhältnisse anlangt, so will ich folgendes anführen: Die Grundmasse des Holzes besteht aus Holzfasern, welche einfach getüpfelt sind; die Gefässe haben durchweg einfache Perforationen und zeigen an ihren Wandungen Hoftüpfelung auch in Berührung mit Markstrahlparenchym; der Pericykel enthält isolirte Bastfasergruppen.

Ich gehe nun zur näheren Besprechung der einzelnen anatomischen Verhältnisse über und beginne mit der Holzstructur.

Rücksichtlich der Gefässweite ist zu bemerken, dass dieselbe eine wenig verschiedene ist; Gefässe von relativ kleinem Durchmesser kommen bei *Aspalathus* n. (25 μ), *Buchenroedera* m. (25 μ), *Melolobium* c. (32 μ) und *Heylandia* l. (32 μ) vor, während bei *Dichilus* l. das Gefässlumen ein mittelgrosses (45 μ) ist. Die Holzfasern sind mehr oder weniger dickwandig und gewöhnlich englumig, ausser bei *Dichilus* l. und *Heylandia* l, bei welchen relativ weitlumiges Holzprosenchym angetroffen wird. Neben den Holzfasern sind bei *Aspalathus* n. und *Buchenroedera* m. noch Tracheïden vorhanden. Die Markstrahlen des Holzes sind meist schmal, ein- bis zweireihig, und ihre Zellen in axiler Richtung beträchtlich gestreckt, besonders stark bei *Dichilus* l.

Ueber die Structur der Rinde ist noch folgendes anzuführen. Rücksichtlich der Beschaffenheit des Secundärbastes stimmen die untersuchten Arten im allgemeinen überein, insofern sie secundären Hartbast entwickeln, der sich gegenüber dem primären meist durch den kleinen und rundlichen Querschnitt seiner Fasern auszeichnet und gewöhnlich in kleinen Gruppen auftritt. *Aspalathus* n. zeigt insofern eine besondere, an den Lindenbast erinnernde Structur, als die Basttheile der einzelnen Gefässbündel von einander im Querschnitt abgegrenzt erscheinen, indem dieselben sich keilförmig nach aussen verschmälern und zwischen sich keilförmig nach aussen sich verbreiternde Markstrahlen aufweisen; dazu sind die Basttheile in Hart- und Weichbast geschichtet. Die Sklerenchymfasergruppen des Pericykels sind verschieden gross; auch bezüglich Lumen und Wanddicke finden sich kleine Unterschiede, insofern die Bastfasern bei *Heylandia* l. relativ weitlumig sind. Was die Korkentwickelung anlangt, so ist sie bei *Buchenroedera* m. und

Melolobium c. eine oberflächliche, bei *Aspalathus* n. eine innere. An dem mir zur Verfügung stehenden Material von *Dichilus* und *Heylandia* konnte ich keine Korkbildung beobachten. Bei *Melolobium* c. entsteht der Kork in der ersten, bei *Buchenroedera* m. in der zweiten Zellschicht der primären Rinde, bei *Aspalathus* n. nach innen von den Sklerenchymgruppen des Pericykels. Die Korkzellen sind bei *Aspalathus* n. und *Melolobium* c. dünnwandig, bei *Buchenroedera* m. sehr derbwandig und mit stärker verdickten äusseren Tangentialwänden und Radialwänden versehen; das Lumen der Korkzellen ist stets weitlichtig.

Endlich möchte ich noch hinzufügen, dass Krystalle des oxalsauren Kalkes nur bei *Aspalathus* n., und zwar im Weichbast und in den primären Markstrahlen der Rinde beobachtet wurden; sie sind zahlreich, meist grösser, als sie im Blatt von *Aspalathus*-Arten auftreten, aber ebenfalls rhomboedrisch bis prismatisch und nie so gross, wie die gewöhnlichen Einzelkrystalle des oxalsauren Kalkes.

Zum Schlusse führe ich noch die Arten an, deren Achsen von mir untersucht wurden. Es sind dies:

Aspalathus nigra Thunb., Eckl. et Zeyh., n. 1430; Zweigdurchmesser 2,5 mm.

Buchenroedera multiflora Eckl. et Zeyh., Eckl. et Zeyh. n. 1354; Zweigdurchmesser 2 mm.

Melolobium candicans Eckl. et Zeyh., Eckl. et Zeyh. n. 1323; Zweigdurchmesser 2,5 mm.

Dichilus lebeckioïdes D. C., Burchell n. 2614; Zweigdurchmesser 2,5 mm.

Heylandia latebrosa D. C., Herb. Wight n. 570; Zweigdurchmesser 1,5 mm.

Specieller Theil.

Aspalathus

Die in Südafrika, vorzugsweise im Caplande heimische Gattung *Aspalathus* umfasst Sträucher und Halbsträucher, die bald von ericoïdem Habitus, bald dornig oder etwas fleischig sind. Ihre Blätter sind einfach und sitzen meist zu drei (aus drei Blättchen zusammengesetztes Blatt mit reducirtem Blattstiel?), seltener einzeln auf den Stammknoten; gewöhnlich stehen sie mit zahlreichen anderen Blättern, die aus ihren Achsen entspringen, in Büscheln. Von den achtzig zur Untersuchung vorgelegenen Arten sind bei der überwiegenden Mehrzahl, bei ca. sechszig Arten, die Blattorgane nadelförmig, bei den übrigen Arten flächenartig entwickelt. Was zunächst die nadelförmigen Blätter anlangt, so besitzen dieselben bei den meisten Arten einen runden, bei wenigen einen dreieckigen oder mehr oder weniger elliptischen bis flachen Querschnitt; bei einigen Arten sind sie mehrfach gefurcht. Die Grösse der nadelförmigen Blätter ist eine verschiedene; sie sind bald lang, bald kurz, zum Theil sogar sehr kurz. Mitunter laufen sie in eine scharfe Spitze aus; andere Blätter sind nur zugespitzt;

die meisten aber ziemlich stumpf. Ihre Behaarung ist meistens eine ziemlich dichte, zuweilen filzige; bei anderen Arten sind die nadelförmigen Blätter kahl bis spärlich behaart; oft sind die Haare nur auf die Blattachseln beschränkt. Die flächenartig entwickelten Blätter sind grösstentheils sehr klein, meist lanzettlich, seltener elliptisch oder eiförmig, und bei vier der untersuchten Arten lederartig. Rücksichtlich der Behaarung schliessen sie sich an die nadelförmigen Blätter an.

Von besonderen anatomischen Merkmalen ist zunächst das Vorkommen von Scheintüpfeln in der Aussenwand der Epidermiszellen zu erwähnen. Diese Scheintüpfel sehen in der Flächenansicht wie runde, elliptische oder linienförmige Tüpfel aus und werden dadurch hervorgerufen, dass der innere, aus Cellulose bestehende Theil der Aussenwand der Epidermiszellen stellenweise in Form von Zapfen oder Lamellen in die Cuticula eindringt. An diesen Stellen springt die Cuticula häufig in entsprechendem Masse vor, sodass dieselbe in der Flächenansicht eine warzige oder gestreifte Oberfläche zeigt. Ferner ist hervorzuheben: Das häufige Auftreten verschleimter Epidermiszellen; die Beschaffenheit der Stomata, insofern denselben typische Nebenzellen stets fehlen; der stets centrische Blattbau; die Ausscheidung des oxalsauren Kalkes, soweit solcher vorkommt, in Form kleiner, nadelförmiger, oktaëdrischer, prismatischer oder anders gestalteter, zuweilen drusenartig zusammengehäufter Krystalle, während die gewöhnlichen grossen Einzelkrystalle und wirkliche Drusen vollkommen fehlen; schliesslich das Auftreten der gewöhnlichen *Papilionaceen*-Trichome. Bezüglich der Trichome mag hier gleich beigefügt sein, dass die Endzelle derselben bei einem Theile der Arten eine zweiarmige Ausbildung hat. Erwähnenswerth sind dann noch die sphärokrystallinischen Massen, die bei *A. aciphylla* beobachtet wurden, und das Vorkommen eines Glykosids mit saponinartigen Eigenschaften bei einigen weiteren Arten.

Ich gehe nun zur speciellen Besprechung der Blattstructur über.

Die Epidermiszellen sind sowohl bei den nadelförmigen, wie bei den flachen Blättern allseitig meist in gleicher Weise ausgebildet. Was den Umriss der Epidermiszellen anlangt, so sind die Seitenränder geradlinig oder mehr oder weniger deutlich gebogen, typisch undulirte Seitenränder sind bei keiner Art vorhanden. Insbesondere bei den nadelförmigen Blättern erscheinen in der Flächenansicht die Epidermiszellen häufig in der Längsrichtung des Blattes mehr oder weniger gestreckt. Rücksichtlich der Grösse der Epidermiszellen finden sich nicht allzu erhebliche Verschiedenheiten. Die Aussenwände der Epidermiszellen, und zwar sowohl die Cuticula, wie auch der aus Cellulose bestehende innere Theil der Aussenwand, zeigen bei den einzelnen Arten eine sehr verschiedene Dicke. Der aus Cellulose bestehende Theil ist oft in sehr erheblichem Grade verdickt und hat dann meist ein gequollenes Aussehen. Sehr erwähnenswerth ist weiter, dass der Cellulosetheil, wie be-

reits oben erwähnt wurde, häufig in Form von Zapfen und Lamellen in die Cuticula eindringt. Dadurch entstehen in der Flächenansicht Linien und punktförmige Stellen, welche wie Tüpfel aussehen und in den Artdiagnosen als Scheintüpfel bezeichnet werden. Die in Rede stehenden Scheintüpfel finden sich bald einzeln, bald in Gruppen an der Aussenwand derselben Zelle. Häufig verbindet sich mit den Scheintüpfeln das Auftreten einer warzigen oder streifigen Emporhebung der Cuticula, welche übrigens bei bestimmten Arten auch unabhängig von Scheintüpfeln vorkommt. Körnelung der Cuticula ist selten und findet sich beispielsweise bei *A. erythrodes.* Die Seitenwände der Epidermiszellen zeigen alle Uebergänge von dünnwandiger zu starkwandiger Beschaffenheit; dünnwandig sind z. B. die Seitenwände von *A. bracteata*, deutlich starkwandig, z. B. bei *A. galeata.* Die stärker verdickten Seitenwände sind häufig mit Tüpfeln besetzt. Bezüglich der Innenwände der Epidermiszellen ist anzuführen, dass dieselben mitunter (z. B. bei *A. arida* var. *procumbens*) eine ähnlich gequollene Beschaffenheit zeigen wie der innere aus Cellulose bestehende Theil der Aussenwand, und dass sie bei einer sehr grossen Zahl der untersuchten Arten verschleimt sind.

Was die Beschaffenheit der Spaltöffnungen anbetrifft, ist zunächst zu erwähnen, dass die Schliesszellenpaare meist von elliptischem Umriss, selten kreisrund, z. B bei *A. pinguis*, sind. Ihre Grösse ist in der Regel die gewöhnliche; relativ grosse Spaltöffnungen finden sich z. B. bei *A. aciphylla.* Die Spaltöffnungen sind häufig regellos in Bezug auf die Spaltrichtung angeordnet; bei vielen Arten liegen dieselben aber mit der Spaltrichtung parallel zum Mittelnerven. Sie werden meist von drei bis fünf Nachbarzellen umgeben; seltener, wie bei *A. incurvifolia,* kommen ausschliesslich drei Nachbarzellen, zuweilen auch mehr wie fünf zur Entwickelung, z. B. *A. thymifolia* var. *albiflora.* Als Nachbarzellen fungiren mitunter die Basalzellen der Haare wie bei *A. argyraea*; auch finden sich häufig Schleimzellen in Nachbarschaft der Stomata wie bei *A. leptophylla.* Bei einer grossen Anzahl der untersuchten Arten unterscheiden sich die die einzelnen Schliesszellenpaare umgebenden Nachbarzellen von einander in Grösse, Gestalt und Lagerung, sodass ein Theil der Nachbarzellen mehr oder weniger nebenzellenartig hervortritt; so kommt es z. B. bei *A. divaricata* var. *microphylla* vor, dass von den drei die Stomata umstellenden Nachbarzellen je eine rechts und links, parallel zum Spalt angeordnet sind. Typische Nebenzellen kommen nicht vor. Ein besonderes Vorkommnis ist das Auftreten eines deutlichen, in der Flächenansicht ringförmigen und etwas gewellten Cuticularwalles bei *A. ferruginea*; ähnliches kommt auch bei einigen anderen Arten vor, jedoch in nicht so ausgeprägtem Grade, indem in der Umgebung der Spaltöffnungen eine erheblichere, mit dem Umriss der Schliesszellenpaare annähernd parallel verlaufende Streifung der Cuticula auftritt. Die Stomata liegen meist im Niveau der Epidermis, selten sind sie tief eingesenkt wie bei *A. armata* und *ferruginea.*

Häufig treten sie auch mit ihren Kämmen mehr oder weniger über die Blattfläche.

Die Epidermis der beiden Blattseiten ist bei der Mehrzahl der Arten, namentlich bei den Arten mit nadelförmigen Blättern, allseitig in gleicher Weise ausgebildet und zwar sowohl rücksichtlich der Form und Grösse der Epidermiszellen, wie auch rücksichtlich des Auftretens und der Zahl der Stomata. Bei anderen Arten verhalten sich Blattoberseite und Blattunterseite von einander verschieden. So sind bei einer grösseren Zahl der Arten (bei elf Arten von den untersuchten) die Stomata in Zahl reichlicher oberseits als unterseits vorhanden; bei *A. triquetra* findet sich eine Steigerung dieses Verhältnisses dahin, dass die Stomata fast ganz auf die Blattoberseite beschränkt sind, während auf der Unterseite nur vereinzelte Stomata angetroffen werden. Weitere Unterschiede finden sich in Bezug auf eine stärkere Streckung der Epidermiszellen auf der Blattunterseite wie auf der Oberseite, so z. B. *A.* bei *anthylloides*; weiter bezüglich der Grösse der Epidermiszellen, indem z. B. bei *A. triquetra* die unterseitigen die oberseitigen an Grösse übertreffen, dann rücksichtlich der Verdickung der Seitenränder, welche z. B. bei der oben angeführten *A. triquetra* unterseits stärker verdickt sind wie oberseits. Auf das Vorkommen besonderer Nebenzellen, mit welchen lediglich die Haare der Blattunterseite gegenüber der Oberseite bei *A. ciliaris* und *galeata* versehen sind, komme ich bei Besprechung der Haare zurück.

Indem ich nun auf den Blattbau übergehe, möchte ich zunächst hervorheben, dass derselbe bei allen untersuchten Arten centrisch ist. Das Mesophyll besteht stets im Wesentlichen aus Pallisadengewebe, dessen Zellen rücksichtlich der Streckung und Breite, wie der Zahl der Schichten von Art zu Art Verschiedenheiten zeigen. Bei den meisten Arten sind die Pallisadenzellen ziemlich breit und langgestreckt und in zwei bis drei Schichten angeordnet. Typisches Schwammparenchym ist nirgends vorhanden. Im nadelförmigen Blatt trifft man nach innen vom Pallisadenmantel auf dem Querschnitte rundlichlumiges, oft ziemlich grosszelliges, bei *A. subulata* sehr grosszelliges, in einer grösseren oder geringeren Zahl von Schichten entwickeltes Parenchym (Innenparenchym), welches das im nadelförmigen Blatte central vereinigte Leitbündelsystem umschliesst, während in den flachen Blättern das Mesophyll aus Pallisadenparenchym besteht oder sich zwischen dem beiderseitigen Pallisadenparenchym ein ein- oder wenigschichtiges, lückiges Gewebe, eine Art Schwammgewebe, einschiebt. Ist das „Innenparenchym“ der nadelförmigen Blätter, das wohl hauptsächlich als Wassergewebe funktionirt, wenig entwickelt, so tritt dasselbe als Parenchymscheide des centralen Gefässbündelsystems entgegen.

Das Gefässbündelsystem der Nerven ist immer eingebettet. In den nadelförmigen Blättern ist, wie schon oben angedeutet wurde, nur ein central gelegenes Leitbündelsystem vorhanden, welches aus einem kräftig entwickelten, collateralen Leitbündel und aus einigen schwächeren Leitbündeln besteht, welche bei

schwacher Entwickelung des „Innenparenchyms“ mit ihrem Basttheil dem kräftigen Leitbündel angelagert sind, bei reichlicher Entwickelung des Innenparenchyms mehr unabhängig vom centralen Leitbündel verlaufen. Das kräftig entwickelte Leitbündel der nadelförmigen Blätter ist bei den meisten Arten mit einem kräftigen, oft sichelförmigen Hartbastbeleg aus meist dickwandigen und englumigen Sklerenchymfasern versehen, welcher oft die grösste Masse des ganzen Leitbündels bildet. Bei bestimmten Arten ist die Hartbastentwickelung eine geringere; sehr selten, wie z. B. bei *A. adelphea*, fehlt sie ganz. Die schwachen seitlichen Leitbündel der nadelförmigen Blätter haben kein oder nur wenig Sklerenchym. Im Gegensatz zu den nadelförmigen Blättern sind bei den flachen Blättern, wie gewöhnlich, Mittel- und Seitennerven vorhanden. Bezüglich des Sklerenchyms verhalten sich die Leitbündel dieser Nerven sehr verschieden; das Sklerenchym kann in allen grösseren Nerven und dann in verschiedener Reichlichkeit auftreten; es kann auf den Mittelnerv in seiner Entwickelung beschränkt sein oder es kann ganz fehlen, wie bei *A. virgata.*

Was die Krystallverhältnisse anbetrifft, so ist oben schon bemerkt worden, dass oxalsaurer Kalk in Form grosser Einzelkrystalle und typischer Drusen bei der in Rede stehenden Gattung nie vorkommt. Bei einem grossen Theil der untersuchten Arten treten hingegen kleine Kalkoxalat-Krystalle auf, welche prismatische, nadelförmige, oktaëdrische und andere Form besitzen, mitunter drusenartig zusammengehäuft sind und im Pallisadengewebe, zuweilen sehr reichlich und dann zu vielen fast in jeder Zelle, sich finden. Von anderen besonderen Inhaltsstoffen der Zellen sind noch anzuführen das Vorkommen sphärokrystallinischer Massen von nicht näher gekannter Natur in den Epidermiszellen von *A. aciphylla*, sowie eines Glykosides mit saponinartigen Eigenschaften in den Zellen vier untersuchter Arten, nämlich *A. abietina*, *araneosa*, *securifolia* und *subulata.* Das letztere bildet im trockenen Blatt formlose Massen und bewirkt bei der Maceration der trockenen Blätter mit Wasser ein Schäumen desselben.

Indem ich mich schliesslich zu den Trichomen wende, bemerke ich zunächst, dass nur dreizellige Deckhaare von der gewöhnlichen Structur der *Papilionaceen*-Haare auftreten. Die Endzellen derselben zeigen rücksichtlich der Länge Verschiedenheiten, die mitunter für die Art charakteristisch sind. Sehr lang ist z. B. die Endzelle bei *A. mollis*; als kurz ist sie z. B. bei *A. nivea* zu bezeichnen. Bei anderen Arten kommen aber lange und kurze Endzellen an Haaren derselben Blattfläche nebeneinander vor. Von gleichem systematischen Werth ist die Wanddicke der Endzellen, welche meist beträchtlich ist, aber gering sein kann. Körnelung der Endzelle wurde nicht beobachtet. Zuweilen sind die Endzellen schlank und dann meist hin und hergebogen, wie bei *A. frankenoides* var. *albanensis*, oder sehr lang und breit, wie z. B. bei *A. nigra.* Bei einem grösseren Theile der untersuchten Arten, welche in der unten folgenden Uebersicht aufgezählt werden, hat die Endzelle eine zweiarmige Ausbildung erfahren. Diese ist

bei bestimmten Arten, z. B. bei *A obtusata*, eine typische, indem die Endzellen gleicharmig sind. Ausser diesen gleicharmigen Endzellen finden sich oft auf der gleichen Blattfläche neben denselben ungleicharmige wie bei *A. pedunculata*. Schliesslich trifft man auch bei bestimmten Arten, so bei *A. macrantha*, gewöhnliche Trichome an, deren Endzellen der Blattfläche angedrückt sind und an ihrer Basis auf der dem Haarende abgekehrten Seite eine kurze Aussackung zeigen, Trichome, deren Endzelle sozusagen eine Tendenz zu zweiarmiger Ausbildung zeigt. Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass die die Haarbasis umgebenden Epidermiszellen gewöhnlich nur wenig, höchstens durch eine schwache Streckung, oder bei einigen Arten, z. B. *A. ferruginea*, durch eine von der Haarbasis ausstrahlenden erheblichen Streifung der Cuticula, von den übrigen Epidermiszellen abweichen. Deutliche Nebenzellen sind nur an den Haaren der Blattunterseite von *A. ciliaris* und *galeata* beobachtet worden; dieselben ziehen sich an der Haarbasis etwas empor und bilden eine Art Haarsockel.

Uebersicht der untersuchten *Aspalathus*-Arten nach den anatomischen Verhältnissen des Blattes.

Epidermiszellen beider Blattseiten mit geraden Seitenrändern bei: *A. acanthes, armata, Burchelliana, canescens, capitata, corymbosa, cytisoides (cinerea), divaricata* var. Thunberg., *exigua, ferruginea, frankenoides* var. *alban., frankenoides* var. *alpin., incurvifolia, laricifolia, rigescens* var. *echinata.*

Epidermiszellen beider Blattseiten mit geraden oder stärker gebogenen Seitenrändern bei: *A. aciphylla, bracteata, carnosa, filicaulis, laricifolia* var. *sericantha, lotoides* var. *stachyera, macrantha, microcarpa, nigra, obtusata, pedunculata, pungens, retroflexa, rugosa, securifolia, spicata, spicata* var. *cephalotes, spinosa, stenophylla, suaveolens, subulata, suffruticosa, thymifolia, tridentata, triquetra, Willdenowiana.*

Cellulosetheil der Aussenwände der Epidermiszellen stark verdickt und dann bei bestimmten Arten, die mit Sternchen bezeichnet sind, gequollen bei: *A. acanthes, aciphylla, acuminata,* **aemula, *armata, ciliaris, *divaricata* var. *microphylla, *divaricata* var. *Thunberg., *elongata, *ferruginea, *galeata, *heterophylla, laricifolia* var. *sericantha, *obtusata, pinguis, rigescens* var. *echinata, *subulata, *suffruticosa, *teres, *tridentata, *triquetra, *variegata, *verrucosa, *virgata.*

Verschleimung der Innenmembranen der Epidermiszellen vorhanden, an den mit Sternchen bezeichneten Arten sehr reichlich, bei: **A. abietina, acanthes, *aciphylla, *acuminata, *adelphea, *aemula, *anthylloides* var. *Krauss., *araneosa, argyraea, armata, bracteata, Burchelliana, *callosa, carnosa, *corymbosa, *divaricata* var. *microphylla, divaricata* var. *Thunb., ericifolia, *erythrodes, *filicaulis, frankenoides* var. *poliotes, heterophylla, *incurvifolia, *laricifolia* var. *sericantha, leptophylla, lotoides* var. *stachyera, *microcarpa, mollis, nigra, *obtusata, *pungens, retroflexa, *spicata, spicata* var. *cephalotes, *spinosa, *stellaris, *suaveolens, *subulata, *suffruticosa, teres, *thymi-*

folia, thymifolia var. *albiflora, *tridentata, *triquetra, *uniflora, *variegata, vermiculata, verrucosa, virgata, Willdenowiana.*

Scheintüpfel bei: *A. acanthes, aciphylla, anthylloides, anthylloides* var. *Krauss., callosa, carnosa, ciliaris, erythrodes, galeata, laricifolia* var. *sericantha, leptophylla, pinguis, securifolia, stellaris, teres, triquetra, undulata, variegata, *Willdenowiana.*

Spaltöffnungen oberseits reichlicher, bei: *A. acanthes, aciphylla, ciliaris, cytisoides (cinerea), ericifolia, galeata, stenophylla, suaveolens, thymifolia, tridentata, triquetra.*

Spaltöffnungen unterseits fast garnicht vorhanden bei: *A. triquetra.*

Spaltöffnungen mit nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen bei: *A. abietina, acuminata, aemula, arida* var. *procumbens, bracteata, Burchelliana, callosa, carnosa, divaricata* var. *microphylla, filicaulis, laricifolia* var. *sericantha, pinguis, pungens, retroflexa, sanguinea, securifolia, spicata, stellaris, stenophylla, suaveolens, subulata, suffruticosa, tridentata, undulata, variegata.*

Spaltöffnungen tief eingesenkt bei: *A. armata, ferruginea.*

Spaltöffnungen stark hervortretend bei: *A. aciphylla, anthylloides* var. *Krauss., araneosa, argyraea, arida* var. *procumbens, Burchelliana, ciliaris, corymbosa, cytisoides, divaricata, divaricata* var. *Thunberg., galeata, pinguis, securifolia, tridentata, triquetra, uniflora, verrucosa, virgata.*

Spaltöffnungen richtungslos angeordnet bei: *A. aemula, anthylloides* var. *Krauss., argyraea, carnosa, cytisoides, divaricata* var. *Thunberg., elongata, exigua, ferruginea, frankenoides* var. *alban., frankenoides* var. *poliotes, lotoides, microdon, nivea, obtusata, pinguis, pungens, sanguinea, securifolia, spinosa, stellaris, stenophylla, suaveolens, thymifolia, tridentata, undulata, variegata, vermiculata, virgata.*

Spaltöffnungen zum Mittelnerv parallel, oder wenigstens grösstentheils, bei: *A. abietina, acanthes, aciphylla, acuminata, adelphea, anthylloides, araneosa, arida, armata, bracteata, Burchelliana, callosa, canescens, capitata, Chenopoda, ciliaris, corymbosa, cytisoides (cinerea), divaricata* var. *microphylla, ericifolia, erythrodes, filicaulis, frankenoides* var. *alpina, galeata, heterophylla, incurvifolia, laricifolia, laricifolia* var. *sericantha, leptophylla, lotoides* var. *stachyera, macrantha, marginalis, microcarpa, mollis, nigra, pedunculata, retroflexa, rigescens* var. *echinata, rugosa, setacea, spicata, spicata* var. *cephalotes, subulata, suffruticosa, teres, thymifolia, triquetra, uniflora, verrucosa, Willdenowiana.*

Das Hauptgefässbündel der nadelförmigen Blätter

a) mit Sklerenchym, in den mit Sternchen bezeichneten Fällen sehr kräftig entwickelt, bei: *A. abietina, acanthes, *aciphylla, *acuminata, araneosa, argyraea, arida* var. *procumbens, armata, bracteata, Burchelliana, callosa, canescens, capitata, carnosa, *Chenopoda, *ciliaris, *corymbosa, *divaricata* var. *microphylla, divaricata* var. *Thunberg., ericifolia, erythrodes, filicaulis, frankenoides* var. *alban., frankenoides* var. *alpina, frankenoides* var. *poliotes, galeata, incurvifolia, laricifolia* var. *sericantha, leptophylla, macrantha, marginalis,*

microcarpa, microdon, mollis, nigra, nivea, pedunculata, pungens, retroflexa, rigescens var. *echinata, sanguinea, setacea, spicata, spicata* var. *cephalotes, spinosa, *stenophylla, subulata, suffruticosa, teres, thymifolia, thymifolia* var. *albiflora, triquetra, uniflora, variegata, vermiculata, verrucosa, Willdenowiana.*

b) ohne Sklerenchym bei: *A. adelphea, pinguis.*

In Begleitung der Gefässbündel des Hauptnerven bezw. der grösseren Nerven der flächenartig entwickelten Blätter findet sich Sklerenchym bei: *A. anthylloides, anthylloides* var. *Krauss., cytisoides (cinerea), cytisoides, elongata, exigua, heterophylla, lotoides, lotoides* var. *stachyera, rugosa, securifolia, stellaris, suaveolens, undulata.*

Sklerenchym nur in Begleitung des Hauptnerven bei: *A. elongata, heterophylla, lotoides.*

Sklerenchym fehlt in Begleitung der Nervenleitbündel bei: *A. aemula, ferruginea, obtusata, tridentata, virgata.*

Kalkoxalat reichlich vorhanden bei: *A. anthylloides, arida, armata, Burchelliana, canescens, cytisoides, exigua, ferruginea, laricifolia, lotoides, lotoides* var. *stachyera, marginalis, microdon, nivea, rigescens* var. *echinata, sanguinea, setacea, spinosa, stellaris, stenophylla, subulata, tridentata.*

Kalkoxalat spärlich vorhanden bei: *A. acanthes, acuminata, araneosa, frankenoides* var. *alpina, frankenoides* var. *poliotes, heterophylla, laricifolia* var. *sericantha, leptophylla, macrantha, microcarpa, undulata.*

Saponinartiges Glykosid vorhanden bei: *A. abietina, araneosa, securifolia, subulata.*

Trichome mit zweiarmiger Endzelle:

a) Endzelle gleicharmig bei: *A. anthylloides, armata, cytisoides (cinerea), cytisoides, lotoides* var. *stachyera, obtusata, pedunculata, spinosa, thymifolia* L., *thymifolia* var. *albiflora.*

b) Endzelle ungleicharmig bei: *A. abietina, anthylloides, anthylloides* var. *Krauss., araneosa, armata, Burchelliana, Chenopoda, ciliaris, cytisoides (cinerea), cytisoides, divaricata* var. *Thunberg., ericifolia, erythrodes, exigua, ferruginea, frankenoides* var. *alpina, frankenoides* var. *poliotes, galeata, laricifolia* var. *sericantha, lotoides, lotoides* var. *stachyera, microcarpa, microdon, mollis, nigra, obtusata, pedunculata, rugosa, sanguinea, securifolia, spicata, spicata* var. *cephalotes, spinosa, stellaris, stenophylla, suaveolens, subulata, suffruticosa, thymifolia* L., *thymifolia* Thb., *thymifolia* var. *albiflora, triquetra, undulata, uniflora, vermiculata, verrucosa.*

c) Endzelle mit schwacher Tendenz zu ungleich zweiarmiger Ausbildung bei: *A. acanthes, acuminata, adelphea, bracteata, callosa, capitata, carnosa, corymbosa, divaricata* var. *microphylla, leptophylla, macrantha, pinguis, pungens, retroflexa, teres, variegata, Willdenowiana.*

Aspalathus abietina Thb. Krauss 1489, C. b. sp. Ziemlich lange, in eine scharfe Spitze auslaufende Nadeln*). — Epidermis-

*) Wo, wie hier, schlechthin von Nadeln die Rede ist, sind nadelförmige Blätter mit rundem Querschnitt gemeint.

zellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht relativ gross, mit geraden oder schwach gebogenen, dünnen Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände mässig gequollen, Innenmembran häufig stark verschleimt; Cuticula wenig verdickt. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umgeben, mit Spaltrichtung grossentheils parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Allseitig zwei bis drei Schichten ziemlich lang- und breitgliederiger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, grosszelliges Parenchym. — Ein centrales und zwei seitliche Leitbündel, das erste mit kräftigem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Von Sekreten ein saponinartiges Glykosid vorhanden. — Trichome mit ziemlich kurzer, wenig dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus acanthes Eckl. et Zeyh. Eckl. et Zeyh. 1459, C. b. sp. Lange Nadeln — Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht polygonal mit ziemlich dicken Seitenrändern, oft in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände stark verdickt, Innenmembran mässig dick, zuweilen verschleimt. Cuticula kräftig, in der Flächenansicht gestreift und krumös; wenige grosse Scheintüpfel vielfach in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. Epidermiszellen der Blattunterseite wie oberseits ausgebildet, doch Spaltöffungen zahlreicher. — Blattbau centrisch. Zwei bis drei Schichten ziemlich breit- und langgliederiger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, dichtes und rundlich-lumiges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit kräftigem Sklerenchymbelag. — Nur wenige, sehr kleine und spindelförmige Krystalle von Kalkoxalat. — Trichome, besonders zahlreich an der Basis des Blattes, mit ziemlich langer, dickwandiger Endzelle, die geringe Tendenz zu zweiarmiger Ausbildung zeigt.

Aspalathus aciphylla Harv., Eckl. et Zeyh. 1484, C. b. sp. Kleine, in eine scharfe Spitze auslaufende Nadeln. — Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht mit geraden oder gebogenen, getüpfelten *) und mässig dicken Seitenrändern, häufig in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände stark gequollen, Innenmembranenmässig verdickt, meist stark verschleimt. Cuticula kräftig und faltig gestreift; zahlreiche und verschieden gestaltete Scheintüpfel in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, relativ gross, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung annähernd parallel zum Mittelnerv angeordnet und mit ihren Kämmen über die Blattfläche tretend. — Epidermiszellen der Blattunterseite grösser, Seitenränder derselben seltener gebogen und getüpfelt, Spaltöffnungen weniger

*) Mit dem Ausdruck „getüpfelte Seitenränder“ in den folgenden Diagnosen ist selbstverständlich gemeint, dass die Seitenwände getüpfelt sind.

zahlreich; sonst wie oberseits. — Blattbau centrisch. Zwei bis drei Schichten ziemlich lang- und breitgliederiger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, grosszelliges und rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit sehr kräftigem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. Sphärokrystallinische Massen von nicht näher bekannter chemischer Beschaffenheit in den Epidermiszellen vorhanden. — Trichome, besonders zahlreich an der Basis des Blattes, mit gewöhnlicher, langer und dickwandiger Endzelle.

Aspalathus acuminata Lam. Sieber 159, C. b. sp. Sehr kleine, mit einem Spitzchen versehene Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder schwach gebogenen, ziemlich dünnen Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände stark verdickt, Innenmembranenmässig dick, oft verschleimt. Cuticula wenig verdickt, schwach gekörnt und in Längsrichtung des Blattes gestreift. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier, zuweilen nebenzellenartig ausgebildeten Nahbarzellen umstellt, mit der Spaltrichtung grösstentheils parallel zum Mittelnerv angeordnet und etwas über die Epidermis hervortretend. — Blattbau centrisch. Zwei bis drei Schichten ziemlich lang- und breitgliederiger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, ziemlich grosszelliges und rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit sehr kräftigem Sklerenchymbelag. — Nur wenige, sehr kleine Krystalle von Kalkoxalat beobachtet. — Trichome mit ziemlich langer, dickwandiger Endzelle, die schwach zweiarmig ausgebildet ist.

Aspalathus adelphea Eckl. et Zeyh., Burchell 4286, C. b. sp. Kleine braune Nadeln. — Epidermiszellen allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht relativ klein, mit geraden oder schwach gebogenen, wenig dicken Seitenrändern, zuweilen in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände schwach verdickt, Innenmembranen oft verschleimt; Cuticula kräftig und etwas warzig. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, nur zum Theil mit Spaltrichtung parallel zum Mittelnerv angeordnet und etwas über dem Niveau der Epidermis liegend — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten ziemlich lang- und breitgliederiger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und zwei seitliche Leitbündel, alle ohne Sklerenchym. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt spärlich, daher an der Achse untersucht, mit kurzer, dickwandiger und schwach zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus aemula E. Mey., Eckl. et Zeyh. 1390, C. b. sp. Elliptische, beiderseits mit Filz aus glänzenden Haaren besetzte Blättchen. — Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht relativ klein, mit geraden, selten schwach gebogenen und schwach verdickten Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände stark gequollen, Innenmembranen häufig verschleimt; Cuticula ziemlich kräftig und gekörnt. — Spaltöffnungen zahlreich, von

drei bis vier oft nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, meist richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Epidermiszellen der Blattunterseite in der Flächenansicht grösser, sonst wie oberseits. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus kurz- und schmalgliederigen Pallisadenzellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven, alle ohne Sklerenchym; mit deutlicher Parenchymscheide — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. Trichome mit gewöhnlicher, langer und dickwandiger Endzelle.

Aspalathus anthylloides L., Eckl. et Zeyh. 1358, C. b. sp. Lanzettliche, lederartige Blätter. — Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht ziemlich gross, meist polygonal und isodiametrisch mit stark verdickten und oft getüpfelten Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig dick; Cuticula kräftig, Scheintüpfel vielfach in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Epidermiszellen der Blattunterseite häufiger gestreckt, Seitenränder weniger dick, sonst wie oberseits. — Blattbau centrisch. Beiderseits kurz- und breitgliederiges, zwei- bis dreischichtiges Pallisadengewebe und in der Mitte des Blattquerschnitts ziemlich dichtes, rundlumiges Parenchym. — Mittelnerv und kleinere Nerven, ersterer mit kräftigem, letztere mit geringerem, verschieden starkem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht, mit mässig dickwandiger, kurzer bis längerer Endzelle, die in verschiedenem Grade ungleich zweiarmig ausgebildet ist.

Aspalathus anthylloides L. var. *Kraussiana* Harv. Krauss, C. b. sp. Lanzettliche, lederartige Blätter, am Rande mit Haaren besetzt. — Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht mit geraden oder schwach gebogenen, ziemlich dicken und getüpfelten Seitenrändern, mitunter in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände mässig verdickt, Innenmembranen oft verschleimt; Cuticula sehr kräftig, streifenförmige Scheintüpfel in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und mit ihren Kämmen über die Epidermis tretend. — Epidermiszellen der Blattunterseite in der Flächenansicht etwas kleiner, häufiger gestreckt, sonst wie oberseits. — Blattbau centrisch. — Mesophyll aus ziemlich kurz- und breitgliederigen Pallisadenzellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven, ersterer mit kräftigem, letztere mit geringerem, verschieden starkem Sklerenchymbelag; alle von grosszelliger Parenchymscheide umgeben. — Kleine prismatische, oktaëdische und ähnlich gestaltete Krystalle von Kalkoxalat fast in allen Zellen des Pallisadengewebes. — Trichome mit sehr langer, dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus araneosa L., Eckl. et Zeyh. 1463, C. b. sp. Dünne, mit langen Haaren besetzte Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht klein, mit geraden oder

schwach gebogenen, ziemlich dünnen Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände mässig verdickt, Innenmembranen weniger dick, zuweilen verschleimt; Cuticula ziemlich dünn und schwach gekörnt. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, mit Spaltöffnung nur z. T. parallel zum Mittelnerv angeordnet und etwas über dem Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Drei bis vier Schichten ziemlich kurz- und schmalgliederiger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales Leitbündel mit kräftigem Sklerenchymbelag, an dem die seitlichen Leitbündel meist angelagert sind. — Kleine, oft drusenähnlich ausgebildete Krystalle von Kalkoxalat vorhanden. — Von Sekreten kommt ein saponinartiges Glykosid vor. — Trichome mit sehr langer, dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus argyraea D. C., Eckl. et Zeyh. 1393, C. b. sp. Filzig behaarte Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht relativ klein, mit geraden oder schwach gebogenen, ziemlich dünnen Seitenrändern, häufig in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen wenig verdickt, letztere zuweilen verschleimt; Cuticula ziemlich kräftig, faltig und gekörnt. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen (z. T. Haarbasalzellen) umstellt, richtungslos angeordnet und etwas über die Epidermis tretend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten lang- und ziemlich breitgliederiger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und meist zwei seitliche Leitbündel, das erstere mit ziemlich kräftigem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit gewöhnlicher, kurzer bis längerer und ziemlich dünnwandiger Endzelle.

Aspalathus arida Mey. var. *procumbens* Harv., Ecklon 79 b, C. b. sp. Kleine Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder schwach gebogenen, schwach verdickten und getüpfelten Seitenrändern, mitunter in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände mässig verdickt, Innenmembranen ziemlich stark gequollen; Cuticula ziemlich kräftig mit warzigen Unebenheiten. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei, zuweilen nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung nur z. T. parallel zum Mittelnerv angeordnet und mit ihren Kämmen über die Epidermis tretend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten ziemlich kurz- und breitgliederiger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erstere mit kräftigem Sklerenchymbelag. — Kleine, meist drusenartig vereinigte Krystallnädelchen von Kalkoxalat zahlreich im Pallisadengewebe. — Trichome am Blatt spärlich, daher an der Achse untersucht, mit gewöhnlicher, meist kurzer und ziemlich dünnwandiger Endzelle.

Aspalathus armata Thb., Eckl. et Zeyh. 1356, C. b. sp. Spitze, filzig behaarte Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht relativ klein und polygonal mit ziemlich dünnen Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände sehr stark gequollen, Innenmembranen theils gequollen, theils verschleimt; Cuticula wenig verdickt, gekörnt und faltig. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und gewöhnlich tief eingesenkt. — Blattbau centrisch. Drei Schichten ziemlich lang- und breitgliederiger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, grosszelliges Parenchym. — Ein centrales Leitbündel mit kräftigem Sklerenchymbelag und mehrere kleinere, sklerenchymlose Leitbündel, welche mit dem centralen zusammen eine fast kreisförmige Anordnung zeigen, so dass die Holztheile der Seitennerven z. T. nach der Blattunterseite gerichtet sind. — Zahlreiche kleine Krystalle von Kalkoxalat, meist Octaëder, fast in allen Zellen des Pallisadengewebes. — Trichome mit wenig dickwandiger, zweiarmiger Endzelle, die entweder ziemlich kurz und dann meist gleicharmig, oder länger und dann ungleicharmig ausgebildet ist.

Aspalathus bracteata Thb., Eckl. et Zeyh. 1403, C. b. sp. Kleine, zugespitzte Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht ziemlich gross, mit dünnen, z. T. gebogenen Seitenrändern, in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig gequollen, letztere oft verschleimt; Cuticula ziemlich dünn. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier, zuweilen nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, grossentheils parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Zwei bis drei Schichten ziemlich kurz- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales Leitbündel mit kräftigem Sklerenchymbelag, dem die seitlichen Leitbündel oft angelagert sind. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt spärlich, daher an der Achse untersucht, mit meist kurzer, mässig dickwandiger und schwach zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus Burchelliana Bth. Burchell 7456, Afric. austral. Lange und spitze, besonders oberseits gefurchte Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, mit geraden oder schwach gebogenen, ziemlich dicken und getüpfelten Seitenrändern in der Flächenansicht, oft in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände wenig verdickt, Innenmembranen mitunter verschleimt; Cuticula sehr kräftig, mit warzigen Erhebungen. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei, seltener vier, zuweilen nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, mit ihrer Spaltrichtung annähernd parallel zum Mittelnerv angeordnet und mit den Kämmen über die Blattfläche tretend. — Blattbau centrisch. Drei bis vier Schichten ziemlich lang- und

breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, ziemlich grosszelliges und rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, ersteres mit Sklerenchymbelag. — Kleine prismatische und spindelförmige Krystalle von Kalkoxalat zahlreich im Pallisadengewebe. — Trichome am Blatt spärlich, daher an der Achse untersucht, mit z. Th. sehr langer, dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus callosa L., Krauss, C. b. sp. Zugespitzte lange Nadeln von fast flachem Querschnitt. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder schwach gebogenen, ziemlich dicken und häufig getüpfelten Seitenrändern, mitunter gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände mässig verdickt, Innenmembranen z. T. gequollen, z. T. stark verschleimt. Cuticula ziemlich kräftig, Gruppen kleiner Scheintüpfel vielfach in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier, zuweilen nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung nur z. T. parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten breit- und ziemlich langgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, rundlumiges und meist grosszelliges Parenchym, — Ein mittleres und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit ziemlich kräftigem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome an dem oben bezeichneten Exemplar nicht vorhanden, daher an der Achse des Exemplars von Eckl. et Zeyh. 1373 untersucht; Endzelle der Trichome hier kurz oder länger, mässig dickwandig und schwach zweiarmig ausgebildet.

Aspalathus canescens L., Brehm, C. b. sp. Kleine, spitze Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht relativ klein und polygonal mit ziemlich dünnen Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig verdickt; Cuticula ziemlich kräftig. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung nur z. T. parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Drei Schichten ziemlich lang- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, ziemlich grosszelliges und rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit kräftigem Sklerenchymbelag. — Prismatische und anders gestaltete kleine Krystalle von Kalkoxalat, zuweilen zu Conglomeraten vereinigt, häufig im Pallisadengewebe. — Trichome mit kurzer oder längerer, gewöhnlicher und dickwandiger Endzelle.

Aspalathus capitata L., C. b. sp. Ziemlich lange, spitze Nadeln, mit langen Haaren besetzt. — Epidermiszellen, allseitig g,eich ausgebildet, in der Flächenansicht ziemlich gross und polygonal mit ziemlich dicken und vielfach getüpfelten Seitenrändern, zuweilen in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig verdickt; Cuticula ziemlich kräftig, mit schwach warzigen Erhebungen. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei, seltener vier Nachbarzellen

umstellt, mit Spaltrichtung annähernd parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten ziemlich lang- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges und grosszelliges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit relativ schwachem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit relativ sehr langer Endzelle, die mehr oder weniger dickwandig und schwach zweiarmig ist, indem die Endzelle nach der einen Seite hin einen langen Arm, nach der anderen eine ziemlich kurze Ausstülpung bildet.

Aspalathus carnosa L., Krauss 894, C. b. sp. Kleine Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht gross mit häufig gebogenen und getüpfelten, ziemlich dicken Seitenrändern, oft in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig gequollen, letztere mitunter verschleimt. Cuticula ziemlich kräftig, ziemlich grosse Scheintüpfel vielfach in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umgeben, meist richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Drei Schichten lang- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, grosszelliges Parenchym. — Ein centrales Leitbündel und mehrere seitliche, das erstere mit Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt spärlich, daher an der Achse untersucht, mit kurzer oder längerer, ziemlich dickwandiger Endzelle, die z. T. schwach zweiarmig ausgebildet ist.

Aspalathus Chenopoda Thb., Brehm, C. b. sp. Zugespitzte Nadeln, mit langen Haaren besetzt. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder schwach gebogenen, ziemlich dicken Seitenrändern, z. T. in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig verdickt; Cuticula wenig verdickt, in der Umgebung der Haare gestreift. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit ihrer Spaltrichtung annähernd parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten ziemlich lang- und schmalgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges und grosszelliges Parenchym. — Ein centrales Leitbündel mit sehr starkem Belag ziemlich weitlumigen Sklerenchyms und mehrere seitliche Leitbündel, zuweilen mit einzelnen Sklerenchymfasern. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit sehr langer, ziemlich dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus ciliaris L., Eckl. et Zeyh. 1469, C. b. sp. Lange, spitze Nadeln von fast dreieckigem Querschnitt, unterseits mit kleinen Höckern und langen Haaren besetzt. — Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht gross und mit geraden oder etwas gebogenen, ziemlich dicken und getüpfelten Seiten-

rändern, oft in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände stark verdickt, Innenmembranen weniger dick; Cuticula sehr kräftig und gestreift, Gruppen runder bis linienförmiger Scheintüpfel häufig in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von 3—4 Nachbarzellen umstellt, mit ihrer Spaltrichtung fast parallel zum Mittelnerv angeordnet und mit ihren von der emporgezogenen Cuticula gebildeten Kämmen stark hervortretend. — Epidermiszellen der Blattunterseite mit weniger zahlreichen Spaltöffnungen, sonst wie oberseits. — Blattbau centrisch. Meist zwei Schichten ziemlich lang- und schmalgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, kleinzelliges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit sehr kräftigem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit sehr langer, dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle. Auf der Blattunterseite zum Theil von sockelartigen Erhebungen der Nachbarzellen des Haares gestüzt.

Aspalathus corymbosa E. Mey., Eckl. 56, C. b. sp. Sehr lange, spitze Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht ziemlich gross und polygonal mit mässig dicken Seitenrändern, z. T. in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände mässig verdickt, Innenmembranen häufig verschleimt; Cuticula sehr kräftig und fein gestreift. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von vier bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit ihrer Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und mit ihren von der emporgezogenen Cuticula gebildeten Kämmen etwas über die Epidermis tretend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten ziemlich breit- und langgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, grosszelliges und rundlumiges Parenchym. — Ein centrales Leitbündel, von ziemlich weitlumigem, kräftigem Sklerenchym sichelförmig umgeben, und mehrere seitliche Leitbündel, welche mit dem centralen zusammen eine kreisförmige Anordnung zeigen, so dass die Holztheile der Seitennerven z. T. nach der Blattunterseite gerichtet sind. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit kurzer bis längerer, mehr oder weniger dickwandiger Endzelle, die schwach zweiarmig ausgebildet ist.

Aspalathus cytisoides Lam. (*Aspalathus cinerea* Thb.) Herb. Zuccarin. Lanzettliche, filzig behaarte Blättchen. — Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht relativ klein und polygonal mit wenig verdickten Seitenrändern, z. T. in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen schwach verdickt; Cuticula kräftig und gestreift. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung grossentheils parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Epidermiszellen der Blattunterseite etwas grösser und häufiger in Längsrichtung gestreckt. — Spaltöffnnngen weniger zahlreich; sonst wie oberseits. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus kurz- und breitgliedrigen Pallisadenzellen. — Mittelnerv und kleinere

Nerven, ersterer mit kräftigem, letztere mit geringerem, verschieden starkem Sklerenchymbelag und von je einer Parenchymscheide umgeben. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit mehr oder weniger dickwandiger Endzelle, die entweder kurz und dann meist gleicharmig oder länger und ungleich zweiarmig ausgebildet ist.

Aspalathus cytisoides Lam., Eckl. et Zeyh. 1367, C. b. sp. Eiförmig-lanzettliche Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden, zuweilen gebogenen, ziemlich dicken und getüpfelten Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig verdickt, oft gequollen, Cuticula kräftig und z. T. etwas warzig. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei, seltener vier Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und etwas über dem Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Beiderseits zwei bis drei Schichten ziemlich lang- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen von denselben ziemlich lockeres Schwammgewebe zwischen den Nervenbündeln. — Mittelnerv und kleine Nerven, ersterer mit kräftigem, letztere mit geringerem, verschieden starkem Sklerenchymbelag; von je einer ziemlich grosszelligen Parenchymscheide umgeben. — Zahlreiche kleine, oktaëdrische bis prismatische, meist drusenartig vereinigte Krystalle von Kalkoxalat im Pallisadengewebe. — Trichome mit ziemlich dünnwandiger, zweiarmiger Endzelle, die kurz- und gleicharmig oder etwas länger und ungleicharmig ausgebildet ist.

Aspalathus divaricata Thb. var. *microphylla* Harv., Eckl. et Zeyh. 1401, C. b. sp. Kleine zugespitzte Nadeln von elliptischem Querschnitt. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden, zuweilen gebogenen, ziemlich dünnen Seitenrändern, grösstentheils in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände ziemlich stark gequollen, Innenmembranen vielfach verschleimt; Cuticula mässig dick und gestreift. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei, selten vier nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umgeben, von welchen je eine, rechts und links, parallel zum Spalte gerichtet ist, mit Spaltrichtung fast parallel zum Mittelnerv angeordnet und mit ihren Kämmen etwas über die Blattfläche hervortretend. — Blattbau centrisch. Allseitig meist zwei Schichten kurz- und ziemlich breitgliedriger Pallisadenzellen. — Ein mittleres und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit kräftigem Sklerenchymbelag; alle von Parenchymscheide umgeben, welche an das Pallisadengewebe grenzt. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt spärlich, daher an der Achse untersucht, mit kurzer, ziemlich dünnwandiger und schwach zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus divaricata Thb. var. *Thunbergiana* Harv. Eckl. et Zeyh. 1402, C. b. sp. Sehr kleine, zugespitzte Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht polygonal mit mässig verdickten Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände stark gequollen, Innenmembranen vielfach verschleimt; Cuticula ziemlich kräftig. — Spaltöffnungen ziemlich

zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, meist richtungslos angeordnet und mit ihren Kämmen über die Blattfläche tretend. — Blattbau centrisch. Meist zwei Schichten ziemlich breit- und langgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, grosszelliges Parenchym, dessen Zellen z. T. mit formlosen Massen erfüllt sind. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit sehr starkem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. Trichome am Blatt nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht, mit kurzer oder längerer, mässig dickwandiger und meist ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus elongata Eckl. et Zeyh. Eckl. et Zeyh. 1387, C. b. sp. Kleine lanzettliche und behaarte Blätter. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder gebogenen, mässig dicken Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände ziemlich stark, Innenmembranen weniger gequollen; Cuticula weniger verdickt und deutlich gestreift. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, ziemlich richtungslos angeordnet und etwas unter dem Niveau der Epidermis liegend. Blattbau centrisch. Beiderseits zwei Schichten ziemlich kurz- und breitgliedriger Pallisadenzellen — Mittelnerv mit sehr schwachem Sklerenchymbelag und kleinere, sklerenchymlose Nerven; von je einer ziemlich grosszelligen Parenchymscheide umgeben. — Krystall von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit schlanker und sehr langer, gewöhnlicher und dickwandiger Endzelle.

Aspalathus ericifolia E. Mey. Eckl. et Zeyh. 1411, C. b. sp. Kleine Nadeln. Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht mit graden oder schwach gebogenen, kaum verdickten und zuweilen getüpfelten Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil und Innenmembranen wenig verdickt, letztere z. T. verschleimt; Cuticula mässig dick. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung fast parallel zum Mittelnerv angeordnet und etwas über dem Niveau der Epidermis liegend. — Epidermiszellen der Blattunterseite grösser und weniger zahlreiche Spaltöffnungen, sonst wie oberseits. — Blattbau centrisch. Allseitig ein bis drei Schichten ziemlich kurz- und breitgliedriger Pallisadenzellen. — Ein centrales Leitbündel mit Belag aus kräftigem, ziemlich weitlumigem Sklerenchym, an das die zwei seitlichen Leitbündel angelagert sind, von Parenchymscheide umgeben. Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit langer und dickwandiger, ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus erythrodes Eckl. et Zeyh. Eckl. et Zeyh. 1375, C. b. sp. Spitze, schwach gefurchte Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht gross mit geraden oder gebogenen, ziemlich dünnen Seitenrändern, vielfach in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände mässig verdickt, Innenmembranen sehr stark verschleimt. Cuticula kräftig und stark gekörnt; häufig kleine Scheintüpfel in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei,

seltener von vier Nachbarzellen umstellt, nur z. T. mit Spaltrichtung parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Allseitig drei bis vier Schichten breit- und langgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges und grosszelliges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit starkem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome, besonders am Blattgrunde sitzend, mit kurzer oder längerer Endzelle, die im ersten Falle mässig dickwandig und ungleich zweiarmig ist, im zweiten Falle stärker dickwandig ist und nur Tendenz zu zweiarmiger Ausbildung zeigt.

Aspalathus exigua Eckl. et Zeyh. Burchell 6956, *Afric. austral.* Lanzettliche Blättchen. — Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht polygonal mit ziemlich dicken, zuweilen getüpfelten Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig verdickt; Cuticula sehr kräftig und gestreift. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Epidermiszellen der Blattunterseite grösser, sonst wie oberseits. — Blattbau centrisch. Beiderseits zwei bis drei Schichten ziemlich kurz- und breitgliedriger Pallisadenzellen und in Mitte des Blattquerschnitts dichtes, rundlumiges Schwammgewebe zwischen den Nervenbündeln. — Mittelnerv und kleine Nerven, ersterer mit starkem, ein Theil der letzteren mit geringerem, verschieden starkem Sklerenchymbelag; alle von je einer grosszelligen Parenchymscheide umgeben — Kleine, oktaëdrische und prismatische Krystalle von Kalkoxalat vielfach im Pallisadengewebe. — Trichome mit kürzerer oder längerer, mässig bis stark dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus ferruginea Bks. Eckl. et Zeyh. 1378, C. b. sp. Lanzettliche, dicht behaarte Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht relativ klein und polygonal mit mässig dicken Seitenrändern, mitunter gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände auffallend stark gequollen, Innenmembranen schwach verdickt; Cuticula ziemlich dünn. Von den Haarnarben ziehen strahlig Cuticularleisten aus und bilden in ihrer Gesammtheit ein Netzwerk und um die Spaltöffnungen herum je einen in der Flächenansicht etwas wellig begrenzten Cuticularwall. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und unter die Epidermis eingesenkt. — Blattbau centrisch. Beiderseits zwei bis drei Schichten kurz- und schmalgliedriger Pallisadenzellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven, von je einer grosszelligen Parenchymscheide umgeben; Sklerenchym fehlt. — Zahlreiche kleine, prismatische und anders gestaltete Krystalle von Kalkoxalat im Mesophyll-Trichome mit kurzer oder längerer, mässig bis stark dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus filicaulis Eckl. et Zeyh. Eckl. et Zeyh. 1395, C. b. sp. Spitze Nadeln von etwas abgeflachtem Querschnitt. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht

mit geraden oder gebogenen, ziemlich dünnen Seitenrändern, in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände mässig verdickt, Innenmembranen vielfach verschleimt, verschleimte Zellen besonders in Nachbarschaft der Stomata; Cuticula wenig verdickt. — Spaltöffnungen wenig zahlreich, von drei, mitunter nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt; mit Spaltrichtung nur z. T. parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Allseitig drei unregelmässige Schichten kurz- und ziemlich breitgliedriger Pallisadenzellen. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit Belag dickwandigen und ziemlich weitlumigen Sklerenchyms. Alle von besonderen, ziemlich grosszelligen Parenchymscheiden umgeben, die durch wenige Parenchymzellen verbunden sind. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt spärlich, daher an der Achse untersucht, mit gewöhnlicher, kurzer oder längerer, wenig dickwandiger Endzelle.

Aspalathus frankenioides DC. var. *albanensis* Harv. Burchell 3473, *Afric. austral.* Sehr kleine Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht relativ klein und polygonal mit schwach verdickten Seitenrändern, mitunter in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen wenig verdickt, Cuticula ziemlich kräftig. — Spaltöffnungen wenig zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, meist richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Allseitig meist drei Schichten ziemlich kurz- und schmalgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales Leitbündel mit starkem Sklerenchymbelag, dem die seitlichen Leitbündel angelagert sind. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit gewöhnlicher und dickwandiger, kürzerer oder längerer, schlanker, hin und her gebogener Endzelle.

Aspalathus frankenioides DC. var. *alpina* Harv. Eckl. et Zeyh. 1438, C. b. sp. Sehr kleine Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, relativ klein und polygona mit lschwach verdickten Seitenrändern, mitunter in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen wenig verdickt; Cuticula ziemlich kräftig. — Spaltöffnungen wenig zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Allseitig meist drei Schichten ziemlich kurz- und schmalgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales Leitbündel mit kräftigem Belag ziemlich englumigen Sklerenchyms, an das die seitlichen Leitbündel angelagert sind. — Oktaëdrische, prismatische und anders gestaltete Krystalle von Kalkoxalat mitunter im Pallisadengewebe. — Trichome mit kurzer oder längerer, dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus frankenioides DC. var. *poliotes* Harv. Eckl et Zeyh. 1446, C. b. sp. Kleine, dicht behaarte Nadeln. — Epidermis-

zellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder schwach gebogenen, mässig dicken Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig verdickt, letztere zuweilen verschleimt, Cuticula kräftig. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Drei Schichten ziemlich kurz- und schmalgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales Leitbündel mit starkem Belag von Sklerenchym, dem die seitlichen Leitbündel angelagert sind. — Kleine, prismatische und rhomboëdrische Krystalle von Kalkoxalat im Mesophyll. — Trichome mit kurzer oder längerer, in verschiedenem Grade dickwandiger und mehr oder weniger ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus galeata E. Mey. Krauss 877, C. b. sp. Nadeln von fast dreieckigem Querschnitt. — Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht mit geraden oder schwach gebogenen, mässig dicken Seitenrändern, z. T. in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände ziemlich stark, Innenmembranen mässig gequollen; Cuticula sehr kräftig, Gruppe kleiner Scheintüpfel vielfach in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und mit ihren von der emporgezogenen Cuticula gebildeten Kämmen über die Epidermis tretend. — Epidermiszellen der Blattunterseite in der Flächenansicht etwas grösser, Seitenränder stärker verdickt, Spaltöffnungen weniger zahlreich; sonst wie oberseits. — Blattbau centrisch. Allseitig meist drei Schichten ziemlich lang- und breitgliedriger Pallisadenzellen. — Ein mittleres und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit starkem Belag von Sklerenchym, an das die letzteren angelagert sind; alle von Parenchymscheide umgeben. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit langer und breiter, in verschiedenem Grade dickwandiger und mehr oder weniger ungleich zweiarmiger Endzelle. Auf der Blattunterseite z. T. von sockelartigen Erhebungen der Nachbarzellen des Haares gestützt.

Aspalathus heterophylla E. Mey. Krauss, C. b. sp. Lanzettliche, dicht behaarte Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder schwach gebogenen, ziemlich dünnen Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände stark, Innenmembranen mässig gequollen, letztere z. T. verschleimt; Cuticula ziemlich dünn. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus ziemlich kurz- und breitgliedrigen Pallisadenzellen gebildet. — Mittelnerv und kleinere Nerven, meist nur ersterer mit geringem Belag weitlumigen Sklerenchyms; alle von je einer, ziemlich grosszelligen Parenchymscheide umgeben. — Kleine rhomboëdrische

und anders gestaltete Krystalle von Kalkoxalat im Mesophyll. — Trichome mit sehr langer, gewöhnlicher und mässig dickwandiger Endzelle.

Aspalathus incurvifolia Walp. Burchell 6754, *Afric. austral.* Kleine, spitze Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht polygonal mit wenig verdickten Seitenrändern, zuweilen in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände mässig dick, Innenmembranen vielfach verschleimt, Cuticula ziemlich kräftig mit warzigstreifigen Unebenheiten. — Spaltöffnungen wenig zahlreich, meist von drei Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung grossentheils parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Zwei bis drei Schichten ziemlich kurz- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales Leitbündel mit ziemlich starkem Sklerenchym, an das die seitlichen Leitbündel angelagert sind. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht, mit gewöhnlicher, sehr langer und schlanker, dickwandiger Endzelle.

Aspalathus laricifolia Berg Eckl. et Zeyh. 1452, C. b. sp. Kleine, spitze Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht klein, polygonal mit ziemlich dünnen Seitenrändern, oft in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig verdickt, Cuticula kräftig, warzig und gestreift. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Allseitig zwei bis drei Schichten kurz- und ziemlich breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales Leitbündel mit starkem Sklerenchym, an das die seitlichen Leitbündel angelagert sind. — Kleine, oktaëdrische oder drusenartig vereinigte Krystalle von Kalkoxalat vielfach im Mesophyll. — Trichome mit ziemlich langer, gewöhnlicher und dickwandiger Endzelle.

Aspalathus laricifolia Berg var. *sericantha* Harv. Eckl. et Zeyh. 1451, C. b. sp. Kleine spitze Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit dicken, oft gebogenen und getüpfelten Seitenrändern, zuweilen in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände ziemlich stark verdickt, Innenmembranen weniger dick, häufig verschleimt, Cuticula kräftig, häufig kleine, runde bis streifige Scheintüpfel in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis vier, oft nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Zwei bis drei Schichten ziemlich lang- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales Leitbündel mit ziemlich starkem Belag dickwandigen

und mässig weitlumigen Sklerenchyms, an das die seitlichen Leitbündel meist angelagert sind. — Sehr kleine, meist prismatische oder quadratische Krystalle von Kalkoxalat spärlich im Mesophyll. — Trichome am Blatt spärlich, daher an der Achse untersucht, mit ziemlich langer und mässig dickwandiger, meist ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus leptophylla Eckl. et Zeyh. Eckl et Zeyh 1482, C. b. sp. Ziemlich lange Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht relativ gross mit ziemlich dicken, geraden oder schwach gebogenen, mitunter getüpfelten Seitenrändern, häufig in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen ziemlich stark gequollen, letztere z. T. verschleimt, verschleimte Zellen häufig in Nachbarschaft der Schliesszellen. Cuticula ziemlich dünn, warzig bis grobgestreift; kleine, meist streifenförmige Scheintüpfel in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung grossentheils parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Drei Schichten lang- und schmalgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, ersteres mit starkem Sklerenchym, an das auch einige der letzteren angelagert sind. — Ganz vereinzelt sehr kleine Krystalle von Kalkoxalat im Mesophyll. — Trichome nur am Blattgrund vorhanden mit kurzer bis längerer, wenig dickwandiger Endzelle, die Tendenz zu zweiarmiger Ausbildung zeigt.

Aspalathus lotoides Thb. Eckl. et Zeyh. 1384, C. b. sp. Lanzettliche Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht klein mit ziemlich dünnen, geraden oder schwach gebogenen Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen schwach verdickt, letztere vielfach verschleimt; Cuticula mässig verdickt. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend, — Blattbau centrisch. Mesophyll aus ziemlich kurz- und breitgliedrigen Pallisadenzellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven, meist nur ersterer mit relativ schwachem Sklerenchymbelag; alle von je einer grosszelligen Parenchymscheide umgeben. — Kleine prismatische, oktaëdrische und drusenartig vereinigte Krystalle von Kalkoxalat zahlreich im Mesophyll. — Trichome mit kürzerer bis langer, in verschiedenem Grade dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus lotoides Thb. var. *stachyera* Harv. Eckl. et Zeyh. 1386, C. b. sp. Lanzettliche, dicht behaarte Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit dünnen, oft gebogenen Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände mässig gequollen, Innenmembranen schwach verdickt und zuweilen verschleimt; Cuticula ziemlich dünn. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, meist von drei Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung nur z. T. parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der

Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus ziemlich kurz- und breitgliedrigen Pallisadenzellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven, ersterer mit starkem, letztere nur z. T. mit geringerem, verschieden starkem Sklerenchymbelag; alle von je einer ziemlich grosszelligen Parenchymscheide umgeben. — Prismatische, oktaëdrische und drusenartig vereinigte Krystalle von Kalkoxalat vielfach im Mesophyll. — Trichome mit sehr langer, dickwandiger und zweiarmiger Endzelle, die gleicharmig oder ungleicharmig ist.

Aspalathus macrantha Harv. Sieber 161, C. b. sp. Lange, gefurchte Nadeln von fast flachem Querschnitt. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder gebogenen, ziemlich dünnen Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen wenig verdickt; Cuticula ziemlich kräftig und gekörnt. — Spaltöffnungen relativ gross, ziemlich zahlreich, fast kreisrund, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten ziemlich lang- und schmalgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, grosszelliges Parenchym. — Ein mittleres und mehrere seitliche Leitbündel, ersteres mit starkem, sichelförmigem Belag ziemlich weitlumigen Sklerenchyms. — Zuweilen kleine, meist prismatische Krystalle von Kalkoxalat im Pallisadengewebe. — Trichome am Blatt nur spärlich, daher an der Achse untersucht, mit z. T. sehr langer, ziemlich dickwandiger Endzelle, die Tendenz zu zweiarmiger Ausbildung zeigt.

Aspalathus marginalis Eckl. et Zeyh. Eckl. et Zeyh. 1445, C. b. sp. Kleine Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder gebogenen, mässig verdickten Seitenrändern, selten in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen wenig verdickt; Cuticula kräftig. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei, selten vier Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung nur z. T. parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Meist vier Schichten ziemlich kurz- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit mässig starkem Belag von Sklerenchym, an das meist einige der letzteren angelagert sind. — Ziemlich kleine, meist prismatische und oktaëdrische Krystalle von Kalkoxalat zahlreich, fast in allen Zellen des Pallisadengewebes. — Trichome am Blatt nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht, mit ziemlich kurzer, gewöhnlicher und wenig dickwandiger Endzelle.

Aspalathus microcarpa D. C. Eckl. et Zeyh. 1415, C. b. sp. Sehr kleine Nadeln. Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht ziemlich klein, mit geraden oder gebogenen, schwach verdickten Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände wenig verdickt,

Innenmembranen oft verschleimt; Cuticula mässig dick. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung grossentheils parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus ziemlich kurz- und breitgliedrigen Pallisadenzellen. — Ein centrales und meist zwei seitliche Leitbündel, das erste mit starkem Belag von Sklerenchym, an das die letzteren angelagert sind; alle von einer ein- bis zweischichtigen Parenchymscheide umgeben. — Ganz vereinzelt kleine Kryställchen von Kalkoxalat vorhanden. — Trichome mit langer und schlanker, dickwandiger, ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus microdon Bth. Eckl. et Zeyh. 1440, C. b. sp. Ziemlich kleine Nandeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder schwach gebogenen, wenig verdickten Seitenrändern, mitunter gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen schwach verdickt; Cuticula kräftig, mit geringen warzigen Unebenheiten. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten ziemlich lang- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, ersteres mit mässigem Sklerenchymbelag. — Sehr kleine, meist prismatische Krystalle von Kalkoxalat vielfach im Pallisadengewebe. — Trichome am Blatte nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht, mit kurzer, mässig dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus mollis Lam. Eckl. et Zeyh. 1427, C. b. sp. Kleine, behaarte Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht ziemlich klein, mit geraden oder schwach gebogenen, wenig verdickten Seitenrändern, in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig verdickt, letztere zuweilen verschleimt; Cuticula ziemlich dünn. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung grösstentheils parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus ziemlich lang- und breitgliedrigen Pallisadenzellen. — Ein centrales und meist zwei seitliche Leitbündel, das erste mit starkem Belag ziemlich weitlumigen Sklerenchyms, an das die letzteren angelagert sind; alle von einer Parenchymscheide umgeben. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit sehr langer und schlanker, dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus nigra Thb. Eckl. et Zeyh. 1430, C. b. sp. Kleine Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder gebogenen, wenig verdickten Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände mässig verdickt, Innenmembranen weniger dick, z. T. verschleimt; Cuticula ziemlich kräftig. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt,

mit Spaltrichtung parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus zwei bis dreiSchichten ziemlich lang- und breitgliedriger Pallisadenzellen. Ein centrales und zwei seitliche Leitbündel, das erste mit starkem Sklerenchym, dem die letzteren angelagert sind; alle von gemeinsamer Parenchymscheide umgeben. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht, mit dickwandiger, meist sehr breiter und langer Endzelle, die mehr oder weniger ungleich zweiarmig ausgebildet ist.

Aspalathus nivea Thb. Eckl. et Zeyh. 1391, C. b. sp. Ziemlich lange, dicht behaarte Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht klein, mit geraden oder schwach gebogenen, wenig verdickten Seitenrändern, z. T. in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen schwach verdickt, ersterer etwas vorgewölbt; Cuticula ziemlich dünn. — Spaltöffnungen wenig zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, ziemlich richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten ziemlich lang- und schmalgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, rundlumiges und grosszelliges Parenchym. — Ein centrales und mehrere Leitbündel, das erste mit mässig starkem Sklerenchymbelag. — Prismatische und oktaëdrische, kleinere Krystalle von Kalkoxalat vielfach im Pallisadengewebe. — Trichome mit meist kurzer, gewöhnlicher und ziemlich dünnwandiger Endzelle.

Aspalathus obtusata Thb. Burchell 2777, *Afric. austral.* Lanzettliche, behaarte Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit wenig verdickten und meist stark gebogenen Seitenrändern, mitunter gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände stark gequollen, Innenmembranen vielfach verschleimt; Cuticula dünn und gefaltet. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, meist richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Beiderseits zwei bis drei Schichten ziemlich kurz- und schmalgliedriger Pallisadenzellen und in Mitte des Blattquerschnitts dichtes, rundlumiges Parenchym zwischen den Nervenbündeln. — Mittelnerv und kleinere Nerven, alle von ziemlich grosszelliger Parenchymscheide umgeben und ohne Sklerenchym. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit langer und breiter, ziemlich dünnwandiger, typisch zweiarmiger und zwar gleicharmiger Endzelle.

Aspalathus pedunculata L'Hérit. Eckl. et Zeyh. 1406, C. b. sp. Kleine Nadeln von ziemlich flachem Querschnitt. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder gebogenen, wenig verdickten Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen kaum verdickt; Cuticula ziemlich kräftig, schwach gekörnt. — Spaltöffnungen wenig zahlreich, meist von vier Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung nur z. T. parallel zum Mittelnerv angeordnet und

im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Drei bis vier Schichten ziemlich kurz- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein mittleres und meist zwei seitliche Leitbündel, das erste mit geringem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt spärlich, daher an der Achse untersucht mit wenig dickwandiger, zweiarmiger Endzelle, die kurz und dann fast gleicharmig oder länger und ungleich zweiarmig ausgebildet ist.

Aspalathus pinguis Thb. Burchell 7526, Afric. austral. Sehr kleine, mehrfach gefurchte Nadeln von ziemlich flachem Querschnitt. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht relativ gross, mit geraden oder schwach gebogenen, dicken Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände stark verdickt, Innenmembranen weniger dick; Cuticula sehr kräftig und warzig uneben, Gruppen kleiner, runder bis streifiger Scheintüpfel mitunter in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen relativ gross und rund, ziemlich zahlreich, von drei bis fünf, mitunter nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und mit ihren von der emporgezogenen Cuticula gebildeten Kämmen etwas über die Epidermis tretend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten ziemlich lang und schmalgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, grosszelliges Parenchym. — Ein mittleres und mehrere seitliche Leitbündel, letztere halbkreisförmig an das erstere beiderseits angelagert; Sklerenchym fehlt. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht mit kurzer bis längerer, mässig dickwandiger Endzelle, die Tendenz zu zweiarmiger Ausbildung zeigt.

Aspalathus pungens Thb. Eckl. et Zeyh. 1494, C b. sp. Ziemlich kleine Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht relativ klein, mit dünnen, geraden oder gebogenen Seitenrändern, zuweilen in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände mässig verdickt, Innenmembranen vielfach verschleimt; Cuticula ziemlich dünn. — Spaltöffnungen zahlreich, von meist drei nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umgeben, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten schmal- und kurzgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit mässig starkem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht, mit kurzer bis längerer, mässig dickwandiger Endzelle, die Tendenz zu zweiarmiger Ausbildung zeigt.

Aspalathus retroflexa L. Eckl. et Zeyh. 1398, C. b. sp. Kleine Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht gross, mit geraden oder gebogenen, wenig verdickten Seitenrändern und in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig ge-

quollen, letztere oft verschleimt; Cuticula ziemlich dünn. — Spaltöffnungen wenig zahlreich, von drei bis vier, oft nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten ziemlich lang- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, grosszelliges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, ersteres mit mässig starkem Belag ziemlich weitlumigen Sklerenchyms. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht, mit kürzerer bis längerer, dickwandiger Endzelle, die Tendenz zu zweiarmiger Ausbildung zeigt.

Aspalathus rigescens E. Mey. Eckl. et Zeyh. 1461, C. b. sp. Kleine, zugespitzte Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht relativ klein und polygonal mit ziemlich dicken Seitenrändern, zuweilen in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen ziemlich stark verdickt; Cuticula kräftig. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten kurz- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit starkem Sklerenchymbelag — Kleine Kalkoxalat. Krystalle, die meist Oktaëder oder drusenartige Gebilde darstellen, fast in allen Zellen des Pallisadengewebes. — Trichome mit gewöhnlicher, langer und dickwandiger Endzelle.

Aspalathus rugosa Thb. Eckl. et Zeyh. 1371, C. b. sp. Lanzettliche Blätter. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder gebogenen, ziemlich dicken und oft getüpfelten Seitenrändern, vielfach in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen wenig verdickt; Cuticula kräftig. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Beiderseits zwei Schichten kurz- und breitgliedriger Pallisadenzellen und in Mitte des Blattquerschnitts dichtes, rundlumiges Parenchym zwischen den Nervenbündeln. — Mittelnerv und kleinere Nerven, ersterer mit kräftigem, letztere mit geringerem, verschieden starkem Sklerenchymbelag und von je einer grosszelligen Parenchymscheide umgeben. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit kurzer oder längerer, ziemlich dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus sanguinea Thb., C. b. sp. Sehr kleine Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht ziemlich klein, mit geraden oder schwach gebogenen, wenig verdickten Seitenrändern, häufig in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen

schwach verdickt; Cuticula kräftig. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf, zuweilen nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten lang- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, grosszelliges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit geringem Sklerenchymbelag. — Kleinere, meist oktaëdrische Krystalle von Kalkoxalat im Pallisadengewebe. — Trichome am Blatt nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht, mit kurzer, mässig dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus securifolia Eckl. et Zeyh. Eckl. et Zeyh. 1363, C. b. sp. Lanzettliche bis verkehrt-eiförmige, lederartige Blätter. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht gross, mit geraden oder gebogenen, ziemlich dicken und oft getüpfelten Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen schwach verdickt; Cuticula sehr kräftig, streifenförmige Scheintüpfel oft in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf, zuweilen nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, meist richtungslos angeordnet und mit ihren von der emporgezogenen Cuticula gebildeten Kämmen über die Epidermis tretend. — Blattbau centrisch. Beiderseits zwei bis drei Schichten kurz- und breitgliedriger Pallisadenzellen und in Mitte des Blattquerschnittes dichtes, grosszelliges Schwammgewebe zwischen den Nervenbündeln. — Mittelnerv und kleinere Nerven, ersterer mit kräftigem, letztere nur z. T. mit geringerem, verschieden starkem Skleremchymbelag; alle von je einer, sehr grosszelligen Parenchymscheide umgeben. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Von Secreten ein saponinartiges Glykosid vorhanden. — Trichome am Blatt spärlich, daher an der Achse untersucht, mit kurzer bis längerer, ziemlich dickwandiger Endzelle, die mehr oder weniger ungleich zweiarmig ausgebildet ist.

Aspalathus setacea Eckl. et Zeyh. Eckl. et Zeyh. 1462, C. b. sp. Zugespitzte Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder schwach gebogenen, mässig verdickten Seitenrändern, häufig in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig dick; Cuticula ziemlich kräftig. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Zwei Schichten kurz- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales Leitbündel mit kräftigem Sklerenchym, an das zwei seitliche Leitbündel angelagert sind. — Oktaëdrische und drusenartig vereinigte Krystalle von Kalkoxalat fast in allen Zellen des Pallisadengewebes. — Trichome mit gewöhnlicher, meist sehr langer und dickwandiger Endzelle.

Aspalathus spicata Thb. Forster, C. b. sp. Kleine, behaarte Nadeln von etwas abgeflachtem Querschnitt. Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder gebogenen, wenig verdickten Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig verdickt, letztere häufig verschleimt; Cuticula kräftig. — Spaltöffnungen ziemlichzahlreich, von drei bis vier, zuweilen nebenzellenartig ausgebildetenNachbarzellen umstellt, mitSpaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattblatt centrisch. Meist zwei Schichten ziemlich lang- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein mittleres und zwei seitliche Leitbündel, das erste mit mässigem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit sehr langer, dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus spicata Thb. var. *cephalotes* Harv. Eckl. et Zeyh. 1423, C. b. sp. Zugespitzte Nadeln von etwas abgeflachtem Querschnitt. — Epidersmiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder gebogenen, ziemlich dicken und mitunter getüpfelten Seitenrändern, in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig verdickt, letztere zuweilen verschleimt; Cuticula ziemlich kräftig. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Meist zwei Schichten ziemlich breit- und langgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein mittleres Leitbündel mit ziemlich starkem, sichelförmigem Belag dickwandigen Sklerenchyms, an das mehrere seitliche Leitbündel angelagert sind. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt spärlich, daher an der Achse untersucht, mit kurzer bis langer, dickwandiger und in verschiedenem Grade ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus spinosa Thb. Sieber 50, C. b. sp. Ziemlich kleine Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder gebogenen, mitunter getüpfelten, wenig dicken Seitenrändern, zuweilen in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig verdickt, letztere vielfach verschleimt; Cuticula ziemlich kräftig. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Drei Schichten ziemlich schmal- und langgliedrigen Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, grosszelliges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit relativ schwachem Belag ziemlich weitlumigen Sklerenchyms. — Relativ grössere Krystalle von Kalkoxalat, die meist Oktaëder oder kleinere drusenartige Gebilde darstellen, fast in allen Zellen des Pallisadengewebes. — Trichome am Blatt nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht mit

mehr oder weniger dickwandiger, zweiarmiger Endzelle, die kurz und dann fast gleicharmig oder länger und ungleich zweiarmig ausgebildet ist.

Aspalathus stellaris Eckl. et Zeyh. Eckl. et Zeyh. 1360, C. b. sp. Lanzettliche, lederartige Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht gross, mit geraden oder schwach gebogenen, wenig verdickten und häufig getüpfelten Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände ziemlich stark verdickt, Innenmembranen häufig verschleimt. Cuticula sehr kräftig, oft warzig; streifenförmige Scheintüpfel in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier, oft nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus kurz- und breitgliedrigen Pallisadenzellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven, ersterer mit sehr kräftigem, letztere mit schwächerem, verschieden starkem Sklerenchymbelag; alle von je einer, ziemlich grosszelligen Parenchymscheide umgeben. — Relativ grosse, drusenartig vereinigte, oktaëderförmige und anders gestaltete Krystalle von Kalkoxalat zahlreich im Pallisadengewebe. — Trichome mit sehr langer, dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus stenophylla Eckl. et Zeyh. Eckl. et Zeyh. 1361, C. b. sp. Nadelförmige Blättchen von fast dreieckigem Querschnitt. — Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht mit geraden oder gebogenen, mässig verdickten und zuweilen getüpfelten Seitenrändern z. T. in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen schwach verdickt; Cuticula kräftig. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis vier, zuweilen nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Epidermiszellen der Blattunterseite häufiger in Längsrichtung gestreckt, Spaltöffnungen weniger zahlreich; sonst wie oberseits. Blattbau centrisch. Mesophyll aus kurz- und breitgliedrigen Pallisadenzellen. — Ein mittleres und meist zwei seitliche Leitbündel, das erste mit sehr starkem, letztere mit schwächerem Sklerenchymbelag, von je einer grosszelligen Parenchymscheide umgeben. — Sehr kleine, meist prismatische Krystalle von Kalkoxalat häufig im Mesophyll. — Trichome mit kürzerer bis längerer, dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus suaveolens Eckl. et Zeyh. Eckl. et Zeyh. 1369, C. b. sp. Lanzettliche Blättchen. — Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht mit geraden oder gebogenen, ziemlich dünnen Seitenrändern, oft in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig verdickt, letztere häufig verschleimt; Cuticula ziemlich kräftig und kleinwarzig. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis vier, oft nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Epi-

dermiszellen der Blattunterseite grösser, Spaltöffnungen weniger zahlreich, sonst wie oberseits. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus kurz- und ziemlich breitgliedrigen Pallisadenzellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven, ersterer mit sehr kräftigem, letztere theils mit verschieden starkem, theils ohne Sklerenchymbelag und von je einer ziemlich grosszelligen Parenchymscheide umgeben. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit sehr langer, mehr oder weniger dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle, deren einer Arm sehr lang, der andere sehr kurz ist.

Aspalathus subulata Thb. Eckl. et Zeyh. 1399, C. b. sp. Kleine, in eine Spitze auslaufende Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder gebogenen, wenig verdickten Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände ziemlich stark gequollen, Innenmembranen häufig verschleimt; Cuticula dünn. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei, zuweilen nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung nur z. T. parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Zwei bis drei Schichten kurz- und schmalgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, sehr grosslumiges und dünnwandiges, markähnliches Parenchym. — Ein centrales und meist zwei seitliche Leitbündel, das erste mit starkem Sklerenchymbelag. — Zahlreiche quadratische und prismatische Krystalle von Kalkoxalat. — Von Secreten ein saponinartiges Glykosid vorhanden. — Trichome am Blatt spärlich, daher an der Achse untersucht, mit kurzer bis langer, ziemlich dickwandiger Endzelle, die ungleich zweiarmig ist oder nur Tendenz dazu zeigt.

Aspalathus suffruticosa DC. Eckl. et Zeyh. 1405, C. b. sp. Kleine Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder gebogenen, dünnen Seitenrändern, häufig in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände ziemlich stark, Innenmembranen weniger gequollen, letztere oft verschleimt; Cuticula wenig verdickt. — Spaltöffnungen zahlreich, von meist drei, zuweilen nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung nur z T. parallel zum Mittelnerv angeordnet und mit ihren Kämmen etwas über die Epidermis hervortretend. — Blattbau centrisch. Drei bis vier Schichten ziemlich lang- und schmalgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit relativ schwachem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht, mit kürzerer bis längerer, mehr oder weniger dickwandiger Endzelle, die ungleich zweiarmig ist oder Tendenz dazu zeigt.

Aspalathus teres Eckl. et Zeyh. Eckl. et Zeyh. 1460, C. b. sp. Ziemlich lange, in eine Spitze auslaufende Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit ge-

raden, zuweilen schwach gebogenen, ziemlich dicken Seitenrändern, mitunter in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen ziemlich stark gequollen, letztere zuweilen verschleimt. Cuticula ziemlich kräftig, z. T. warzig emporgehoben; Gruppen runder bis gestreckter Scheintüpfel vielfach in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Drei bis vier Schichten ziemlich lang- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit starkem Sklerenchym, dem die letzteren angelagert sind. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht, mit kürzerer bis langer, dickwandiger Endzelle, die ganz schwache Tendenz zu zweiarmiger Ausbildung zeigt.

Aspalathus thymifolia L. Burchell 6895, Afric. austral. Sehr kleine Nadeln. — Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht relativ klein, mit geraden oder mässig gebogenen, wenig verdickten Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände wenig verdickt, Innenmembranen oft verschleimt; Cuticula ziemlich dünn. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Epidermiszellen der Blattunterseite grösser, Spaltöffnungen weniger zahlreich; sonst wie oberseits. — Blattbau centrisch. Zwei bis drei Schichten ziemlich lang- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und zwei seitliche Leitbündel, das erste mit kräftigem Belag ziemlich dickwandigen und mässig weitlumigen Sklerenchyms. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt spärlich, daher an der Achse untersucht, mit dickwandiger und zweiarmiger Endzelle, die kurz und meist gleicharmig oder länger und ungleich zweiarmig ausgebildet ist.

Aspalathus thymifolia Thb., das Brehm'sche Exemplar, zeigt fast gleiche Verhältnisse, doch sind die Blätter stark behaart. — Trichome, auch die der Achse, mit langer, dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus thymifolia var. *albiflora* Eckl. et Zeyh. Eckl. et Zeyh. 1417, C. b. sp. Sehr kleine Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht relativ klein, mit geraden oder schwach gebogenen, ziemlich dünnen Seitenrändern, selten in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen wenig verdickt, zuweilen letztere verschleimt; Cuticula schwach verdickt — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis fünf, zuweilen auch mehr Nachbarzellen umstellt, ziemlich richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten

ziemlich lang- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit kräftigem Sklerenchymbelag, dem die letzteren angelagert sind. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht, mit meist kurzer, dickwandiger Endzelle, die ungleich zweiarmig, mitunter auch fast gleicharmig ist oder nur Tendenz zu zweiarmiger Ausbildung zeigt.

Aspalathus tridentata L. Eckl. et Zeyh. 1381, C. b. sp. Lanzettliche Blättchen. — Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht mit oft gebogenen, dünnen Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände ziemlich stark gequollen, Innenmembranen vielfach verschleimt; Cuticula ziemlich dünn. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umgeben, meist richtungslos angeordnet und mit ihren Kämmen etwas über die Epidermis hervortretend. — Epidermiszellen der Blattunterseite mit weniger zahlreichen Spaltöffnungen, sonst wie oberseits. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus kurz- und schmalgliedrigen Pallisadenzellen gebildet. — Mittelnerv und kleinere Nerven, alle von je einer Parenchymscheide umgeben; Sklerenchym fehlt. — Zahlreiche kleine, prismatische und oktaëderförmige Krystalle von Kalkoxalat. — Trichome mit sehr langer und dickwandiger, gewöhnlicher Endzelle.

Aspalathus triquetra Thb. Eckl. et Zeyh. 1480, C. b. sp. Kleine Nadeln von fast dreieckigem Querschnitt. — Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht mit geraden, häufiger gebogenen, oft getüpfelten und mässig dicken Seitenrändern, in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände stark, Innenmembranen weniger gequollen, oft verschleimt. Cuticula kräftig und etwas uneben; Gruppen meist linienförmiger Scheintüpfel vielfach in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung parallel zum Mittelnerv angeordnet und mit ihren stark entwickelten, von der faltenartig emporgezogenen Cuticula gebildeten Kämmen über die Epidermis tretend. — Epidermiszellen der Blattunterseite in der Flächenansicht grösser, Seitenränder derselben stärker verdickt und seltener gebogen, Spaltöffnungen fehlen fast gänzlich; sonst wie oberseits. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus ziemlich lang- und breitgliedrigen Pallisadenzellen. — Ein mittleres und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit starkem Sklerenchymbelag; alle von je einer Parenchymscheide umgeben. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit sehr langer, dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle, deren einer Arm sehr lang, der andere sehr kurz ist.

Aspalathus undulata Eckl. et Zeyh. 1368, C. b. sp. Elliptische, am Rande mit Haaren besetzte Blätter. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht voluminös, mit geraden oder schwach gebogenen, oft getüpfelten und wenig

dicken Seitenrändern, meist in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen mässig verdickt. Cuticula ziemlich kräftig, z. T. warzig uneben; Gruppen runder bis streifiger Scheintüpfel vielfach in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von zwei bis vier, zuweilen nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umstellt, meist richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus kurz- und breitgliederigen Pallisadenzellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven, der erstere mit sehr kräftigem, letztere theils mit verschieden starkem, theils ohne Sklerenchymbelag; alle von je einer ziemlich grosszelligen Parenchymscheide umgeben. — Ganz vereinzelt kleine, meist prismatische Kryställchen von Kalkoxalat im Mesophyll. — Trichome mit langer und dickwandiger, ungleich zweiarmiger Endzelle, deren einer Arm sehr lang, der andere sehr kurz ist.

Aspalathus uniflora L., Eckl. et Zeyh. 1408, C. b. sp. Kleine Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder schwach gebogenen, wenig verdickten Seitenrändern, z. Th. in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände mässig verdickt, Innenmembranen oft verschleimt; Cuticula ziemlich kräftig und gestreift. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf, seltener mehr Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meit parallel zum Mittelnerv angeordnet und mit ihren Kämmen etwas über die Epidermis tretend. — Blattbau centrisch. Meist zwei Schichten ziemlich kurz- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges, rundlumiges Parenchym. — Ein centrales Leitbündel mit kräftigem Belag ziemlich dickwandigen Sklerenchyms, an das die seitlichen Leitbündel angelagert sind. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit meist langer und breiter, dickwandiger, mehr oder weniger ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus variegata Eckl. et Zeyh., Eckl. et Zeyh. 1376, C. b. sp. Kleine Nadeln. — Epidermiszellen allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht voluminös, mit geraden oder schwach gebogenen, dünnen Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände ziemlich stark gequollen, Innenmembranen meist stark verschleimt. Cuticula ziemlich dünn; mitunter Gruppen runder Scheintüpfel in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei, oft nebenzellenartig ausgebildeten Nachbarzellen umgeben, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Zwei bis drei Schichten ziemlich lang- und schmalgliederiger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, grosszelliges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit relativ sehr schwachem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht, mit kurzer bis längerer, mässig dickwandiger Endzelle, die gewöhnlich ausgebildet ist, selten Tendenz zur Zweiarmigkeit zeigt.

Aspalathus vermiculata Lam. Krauss. C. b. sp. Sehr kleine Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder schwach gebogenen, wenig verdickten Seitenrändern, seltener in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände ziemlich dick, Innenmembranen z. T. verschleimt; Cuticula kräftig. — Spaltöffnungen wenig zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Meist drei Schichten ziemlich schmal- und langgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges Parenchym. — Ein centrales und zwei seitliche, ebenso kräftige Leitbündel, das erstere mit sehr geringem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt nicht vorhanden, daher an der Achse untersucht, mit meist kurzer, ziemlich dickwandiger Endzelle, die ungleich zweiarmig ist oder nur Tendenz dazu zeigt.

Aspalathus verrucosa L., Eckl. et Zeyh. 1489, C. b. sp. Lange Nadeln. — Epidermiszellen, allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder schwach gebogenen, zuweilen getüpfelten und ziemlich dicken Seitenrändern, oft in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände sehr stark, Innenmembranen weniger gequollen, letztere zuweilen verschleimt; Cuticula sehr kräftig und gestreift. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung meist parallel zum Mittelnerv angeordnet und mit ihren von der emporgezogenen Cuticula gebildeten Kämmen über der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Zwei bis vier Schichten ziemlich lang- und breitgliedriger Pallisadenzellen und nach innen mehrschichtiges, grosszelliges und rundlumiges Parenchym. — Ein centrales und mehrere seitliche Leitbündel, das erste mit kräftigem Sklerenchymbelag. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit meist kurzer, dickwandiger und in verschiedenem Grade ungleich zweiarmiger Endzelle.

Aspalathus virgata Thb., Eckl. et Zeyh. 1388, C. b. sp. Lanzettliche, dicht behaarte Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht relativ klein, mit geraden oder schwach gebogenen, wenig verdickten Seitenrändern, zuweilen in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände ziemlich stark, Innenmembranen weniger gequollen, letztere zuweilen verschleimt; Cuticula wenig verdickt und gestreift. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und mit ihren Kämmen etwas über die Epidermis tretend. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus lang- und breitgliedrigen Pallisadenzellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven, alle von ziemlich grosszelliger Parenchymscheide umgeben; Sklerenchym fehlt. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit gewöhnlicher, kürzerer bis längerer und dickwandiger Endzelle.

Aspalathus Willdenowiana Bth., Eckl. et Zeyh. 1481, C. b. sp. Lange und dünne, mehrfach gefurchte Nadeln. — Epidermiszellen,

allseitig gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden oder mässig gebogenen, wenig verdickten Seitenrändern, oft in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände wenig verdickt, Innenmembranen oft verschleimt. Cuticula ziemlich kräftig; zuweilen Gruppen meist runder Scheintüpfel in der Flächenansicht. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis fünf Nachbarzellen umstellt, mit Spaltrichtung grossentheils parallel zum Mittelnerv angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Zwei bis drei Schichten ziemlich lang- und schmalgliedriger Pallisadenzellen und nach innen wenigschichtiges Parenchym. — Ein centrales und meist zwei seitliche Leitbündel, das erste mit kräftigem Belag sichelförmigen, dickwandigen und ziemlich weitlumigen Sklerenchyms, dem die letzteren angelagert sind. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome am Blatt spärlich, daher an der Achse untersucht, mit kurzer bis längerer, ziemlich dickwandiger Endzelle, die gewöhnlich ausgebildet ist selten Tendenz zur Zweiarmigkeit zeigt.

Buchenroedera.

Die Blätter sind bei der in Südafrika einheimischen Gattung *Buchenroedera* dreizählig gefingert, klein, seidig behaart und im Herbarmaterial meist mit der Oberseite nach dem Mittelnerv zusammengelegt. — Von besonderen anatomischen Merkmalen finden sich bei den untersuchten Arten sklerosirte Parenchymzellen im Mesophyll (Sklereïden) und dreizellige Trichome, bei welchen nicht nur die Endzelle ungleich zweiarmig, sondern auch die Stielzelle zweiarmig ausgebildet erscheint. — Die Epidermiszellen haben dünne, gerade oder gebogene Seitenränder. Die Aussenwände und Innenmembranen sind schwach verdickt, Verschleimung der letzteren wurde nicht beobachtet; die Cuticula ist dünn. Die beiderseits ziemlich zahlreichen Spaltöffnungen sind relativ klein, richtungslos angeordnet und liegen im Niveau der Epidermis; sie werden von drei bis vier Nachbarzellen umgeben. Die Blätter sind centrisch gebaut; ihr Mesophyll wird beiderseits von Pallisadengewebe und dazwischen liegendem Schwammparenchym gebildet. Besonders erwähnenswerth ist das Auftreten von schwach sklerosirten Parenchymzellen (Sklereïden) im Mesophyll, welche im Pallisadengewebe pallisadenzellenähnliche Gestalt haben und in verschiedener Reichlichkeit angetroffen werden. Die Nerven werden von Hartbast begleitet. Krystalle von Kalkoxalat wurden nicht beobachtet. Die Trichome sind dreizellig. Ihre Endzelle ist ungleich zweiarmig und verschieden in Bezug auf Länge und Wandbeschaffenheit ausgebildet. Eine besondere Entwickelung haben die Stielzellen erfahren, die kurz zweiarmig sind und einen elliptischen Umriss in der Flächenansicht haben; so kommt es, dass nach dem Abfallen der Endzelle Gebilde überbleiben, die leicht für Drüsenhaare gehalten werden können.

Buchenroedera multiflora Eckl. et Zeyh., Eckl. et Zeyh. 1354, C. b. sp. Verkehrt-eiförmige Blättchen, mit dichtem Haarfilz, besonders oberseits besetzt. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht polygonal, klein, z. T. gestreckt, mit dünnen, zu-

weilen gebogenen Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände mässig dick, Innenmembranen schwach verdickt; Cuticula dünn. — Spaltöffnungen klein, ziemlich zahlreich, von meist vier Nachbarzellen umstellt, regellos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Beiderseits meist zwei Schichten schmal- und langgliedriger Pallisadenzellen. — Mittelnerv mit kräftigem Belag aus dickwandigen und ziemlich englumigem Sklerenchym am Basttheil und von einer grosszelligen Parenchymscheide umgeben, an welche sich auf der Bastseite weitlumiges Parenchym bis zur Epidermis anschliesst. Kleinere Nerven ebenfalls mit Sklerenchymfasern am Basttheil und mit Parenchymscheide. Sklereïden zahlreich im Mesophyll, besonders im Pallisadengewebe, auch im Anschluss an den Hartbast der Leitbündel. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit kürzerer oder längerer, schlanker bis breiter, dünn- bis dickwandiger und ungleich zweiarmiger Endzelle.

Buchenroedera tenuifolia Eckl. et Zeyh. 1355, C. b. sp. Lanzettliche und behaarte Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht polygonal, klein und oft in Längsrichtung des Blattes gestreckt, mit dünnen, zuweilen gebogenen Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände und Innenmembranen schwach verdickt; Cuticula dünn. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, klein, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Beiderseits meist zwei Schichten kurz- und schmalgliedriger Pallisadenzellen und in Mitte des Blattquerschnitts dünnwandiges, die Leitbündel verbindendes Parenchym. — Mittelnerv mit kräftigem Belag aus dickwandigem und ziemlich englumigem Sklerenchym im Basttheil, umgeben von einer grosszelligen Parenchymscheide, an welche sich auf der Bastseite ziemlich kleinzelliges Parenchym bis zur Epidermis anschliesst. Kleine Nerven ebenfalls mit Sklerenchymfasern am Basttheil und mit Parenchymscheide. Sklereïden besonders im Pallisadengewebe, doch nicht zahlreich. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit längerer oder kürzerer, dünn- oder dickwandiger Endzelle, die ungleich zweiarmig ist.

Melolobium.

Die Blätter der in Südafrika heimischen Gattung *Melolobium* sind dreizählig gefingert, die Blättchen meist klein, behaart und lanzettlich bis verkehrt-eiförmig gestaltet. — Als besonderes anatomisches Merkmal ist das Vorkommen von einzelligen, kurzgestielten und mit kugeligem Köpfchen versehenen Drüsenhaaren zu erwähnen, welche sich z. Th. auf zottenartigen Emergenzen befinden, z. Th. direct in die Epidermis eingesenkt sind. Auf dieses drüsige Indument haben übrigens schon die Systematiker (s. Bentham and Hooker Gen. plant. I, p. 479) Rücksicht genommen, indem sie dasselbe als Unterscheidungsmerkmal gegenüber der verwandten Gattung *Dichilus* hervorgehoben haben. Bemerkenswerth ist noch das häufige Auftreten blauer Körnchen von

Indigo-ähnlichem Aussehen. — Die Epidermiszellen haben schwach verdickte, meist stark undulirte, selten schwach gebogene oder gerade Seitenränder. Die Aussenwände sind mässig verdickt oder stark gequollen, die Innenmembranen häufig verschleimt; die Cuticula ist dünn. Die ziemlich zahlreichen Spaltöffnungen sind richtungslos angeordnet und liegen entweder im Niveau der Epidermis oder etwas über demselben. Sie werden von drei bis vier Nachbarzellen umgeben. Die Blätter sind centrisch gebaut. In dem von Pallisadenzellen gebildeten Mesophyll liegen die selten von Sklerenchym begleiteten Gefässbündel. Kleine prismatische Krystalle von oxalsaurem Kalk wurden zuweilen beobachtet; weiter auch blaue Körperchen von Indigo-ähnlichem Aussehen, welche ich in den Art-Diagnosen der Kürze halber als Indigokörnchen bezeichnet habe, bei allen untersuchten Arten. Deckhaare sind nicht immer vorhanden. Sie sind dreizellig, ihre Endzelle ist dickwandig und verschieden lang. Bei allen untersuchten Arten wurden Drüsenhaare, meist auf der Unterseite und am Rande des Blattes, angetroffen. Sie sind im wesentlichen einzellig und bestehen aus einer kugeligen Zelle, die sich in einem kurzen Stiel ausbuchtet. Meist sind sie sitzend und sind dann direct mit dem Stiele in die Epidermis eingesenkt. Die gestielten Drüsenhaare befinden sich auf postamentartigen Erhebungen, die schon mit freiem Auge sichtbar sind. An der Bildung der letzteren nehmen mehrere Reihen von Epidermiszellen und im unteren Theile des Postamentes auch Mesophyllzellen (Pallisadenzellen) theil. Gestielte Drüsenhaare kommen nach Angabe der Systematiker ausserdem noch bei *Melolobium humile* Eckl. et Zeyh. und *obcordatum* Harv. vor (s. Harvey and Sander, Flor. capens. I. p. 77 ff.). Das Sekret der Drüsenhaare ist zuweilen auf der Epidermis des trockenen Blattes in Form von brüchigen, glasigen Harzmassen abgelagert.

Melolobium adenodes Eckl. et Zeyh. 1327, C. b. sp. Kleine, verkehrt-eiförmige Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, mit dünnen, meist stark undulirten Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände ziemlich stark gequollen, Innenmembranen oft verschleimt; Cuticula dünn. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus ziemlich lang- und breitgliedrigen Pallisadenzellen gebildet. — Mittelnerv und kleinere Nerven, alle von je einer grosszelligen Parenchymscheide umgeben, Sklerenchym fehlt. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. Indigo-Körnchen im Mesophyll vorhanden. — Deckhaare mit dickwandiger, wenig langer Endzelle. Einzellige, gestielte Drüsenhaare, besonders auf der Unterseite und am Rande des Blattes.

Melolobium alpinum Eckl. et Zeyh., Eckl. et Zeyh. 1331, C. b. sp. Ziemlich lange, lanzettliche Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, mit typisch undulirten, ziemlich dünnen und zuweilen getüpfelten Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände stark verdickt, Innenmembranen weniger dick; Cuticula ziemlich

dünn und etwas gestreift. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, regellos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus ziemlich kurz- und breitgliedrigen Pallisadenzellen gebildet. — Mittelnerv und kleinere Nerven, alle von Parenchymscheide umgeben, Sklerenchym fehlt. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. Indigo-Körnchen im Mesophyll vorhanden. — Deckhaare mit langer und dickwandiger Endzelle. — Einzellige Drüsenhaare sitzend, beiderseits vorhanden. Die Sekrete derselben sind in Form gelber, glasiger Massen, die in Alkohol löslich sind, auf der Epidermis des trockenen Blattes abgelagert.

Melolobium candicans Eckl. et Zeyh., Eckl. et Zeyh. 1323, C. b. sp. Lanzettliche bis verkehrt-eiförmige Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht polygonal, z. T. gestreckt, mit dünnen, zuweilen gebogenen und getüpfelten Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände mässig verdickt, Innenmembranen oft verschleimt; Cuticula dünn. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, regellos angeordnet und mit ihren Kämmen etwas über die Epidermis tretend. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus ziemlich lang- und schmalgliedrigen Pallisadenzellen gebildet. — Mittelnerv und kleinere Nerven, alle ohne Sklerenchym und von je einer Parenchymscheide umgeben. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. Indigo-Körnchen im Mesophyll vorhanden. — Deckhaare am Blatt spärlich vorhanden, daher an der Achse untersucht, mit längerer oder kürzerer, mässig dickwandiger Endzelle. Einzellige Drüsenhaare sitzend, beiderseits vorhanden.

Melolobium cernuum Eckl. et Zeyh., Ex Herb. Kew Distribut 2224. Lanzettliche, behaarte Blättchen. — Epidermiszellen der Blattoberseite in der Flächenansicht polygonal, oft in Längsrichtung gestreckt, mit schwach verdickten, häufig gebogenen und zuweilen getüpfelten Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände kräftig, Innenmembranen mässig verdickt; Cuticula dünn. — Spaltöffnungen wenig zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, meist regellos angeordnet und mit ihren Kämmen etwas über die Epidermis tretend. — Epidermiszellen der Blattunterseite grösser, sonst wie oberseits. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus ziemlich lang- und breitgliedrigen Pallisadenzellen gebildet. — Mittelnerv und kleinere Nerven; Parenchymscheide undeutlich ausgebildet, Sklerenchym fehlt. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. Indigo-Körnchen im Mesophyll vorhanden. — Deckhaare mit ziemlich langer, schmaler, schlanker und hin und her gebogener Endzelle, die dickwandig ist. — Einzellige Drüsenhaare, besonders auf der Oberseite anzutreffen, sitzend.

Melolobium microphyllum Eckl. et Zeyh., Eckl. et Zeyh. 1324, C. b. sp. Lanzettliche bis verkehrt-eiförmige Blättchen. — Epidermiszellen der Blattoberseite mit ziemlich dünnen, meist stark undulirten Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände ziemlich stark gequollen, Innenmembranen oft verschleimt; Cuticula dünn.

— Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, regellos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Epidermiszellen der Blattunterseite kleiner, sonst wie oberseits. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus ziemlich schmal- und langgliedrigen Pallisadenzellen gebildet. — Mittelnerv und kleinere Nerven von Parenchymscheide umgeben, Sklerenchym fehlt. — Vereinzelt prismatische Kryställchen von Kalkoxalat beobachtet. Indigo-Körnchen im Mesophyll vorhanden. — Deckhaare fehlen. Einzellige Drüsenhaare, meist an der Blattunterseite vorhanden, sitzend.

Melolobium microphyllum Eckl. et Zeyh. var. *collinum* Harv., Eckl. et Zeyh. 1326, C. b. sp. Lanzettliche bis verkehrt-eiförmige Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, mit dünnen, oft undulirten Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände ziemlich stark gequollen, Innenmembranen oft verschleimt; Cuticula dünn. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, meist regellos angeordnet und etwas über die Epidermis tretend. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus ziemlich lang- und breitgliedrigen Pallisadenzellen gebildet. — Mittelnerv und kleinere Nerven, von ziemlich grosszelliger Parenchymscheide umgeben, Sklerenchym nur im Mittelnerv auf der Bastseite. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. Indigo-Körnchen im Mesophyll vorhanden. Einzellige Drüsenhaare sitzend, beiderseits vorhanden.

Melolobium microphyllum Eckl. et Zeyh. var. *decumbens* Harv., Burchell 2226, Afric. austral. Lanzettliche Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, mit wenig verdickten, zuweilen getüpfelten und meist undulirten Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände stark gequollen. Innenmembranen z. T. mässig gequollen, z. T. verschleimt; Cuticula dünn. — Spaltöffnungen zahlreich, von drei, selten vier Nachbarzellen umstellt, ziemlich richtungslos angeordnet und stark hervortretend. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus kurz- und ziemlich breitgliedrigen Pallisadenzellen gebildet. — Mittelnerv und kleinere Nerven, alle von Parenchymscheide umgeben; Endtracheïden zuweilen im Pallisadengewebe. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. Indigo-Körnchen im Mesophyll vorhanden. — Deckhaare mit ziemlich langer und dickwandiger Endzelle. Einzellige Drüsenhaare sitzend oder gestielt, meist am Rande oder an der Unterseite des Blattes auftretend.

Dichilus.

Die Blätter sind bei der in Südafrika einheimischen Gattung *Dichilus* dreizählig gefingert; die Grösse und Form der Blättchen ist verschieden. — Die Epidermiszellen haben schwach verdickte, gerade oder undulirte Seitenränder. Die Aussenwände sind mässig dick und die Innenmembranen zuweilen verschleimt; die Cuticula ist dünn. Die meist zahlreichen Spaltöffnungen werden von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, sind richtungslos angeordnet und liegen

entweder im Niveau der Epidermis oder sind eingesenkt. Der Bau der Blätter ist meist centrisch; ihr Mesophyll besteht aus Pallisadenzellen. Die Nerven haben kein Sklerenchym in Begleitung der Gefässbündel. Krystalle von Kalkoxalat wurden nicht beobachtet. Die dreizelligen Deckhaare besitzen eine meist kurze, mässig dickwandige und gekörnelte Endzelle.

Dichilus gracilis Eckl. et. Zeyh. Eckl. et Zeyh. 1300, Afric. austral. Verkehrt eiförmige, sehr dünne und zugespitzte Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit mässig dicken, stark undulirten Seitenrändern. Cellulosetheil der Aussenwände mässig, Innenmembranen schwach verdickt; Cuticula dünn. — Spaltöffnungen ziemlich zahlreich, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau subcentrisch. Mesophyll aus ziemlich kurz- und breitgliedrigen Pallisadenzellen gebildet. — Mittelnerv und kleinere Nerven, von ziemlich grosszelliger Parenchymscheide umgeben; Sklerenchym fehlt. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit ziemlich kurzer, mässig dickwandiger und gekörnelter Endzelle.

Dichilus lebeckioides D. C. Burchell 2614, Afric. austral. Lanzettliche und ziemlich lange, besonders unterseits behaarte Blättchen. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden, zuweilen gebogenen und ziemlich dünnen Seitenrändern, mitunter gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände mässig verdickt, Innenmembranen weniger dick, zuweilen verschleimt; Cuticula dünn, schwach gekörnelt. — Spaltöffnungen zahlreich, besonders oberseits, von drei bis vier Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und etwas unter dem Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus meist kurz- und ziemlich breitgliedrigen Pallisadenzellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven, alle von ziemlich grosszelliger Parenchymscheide umgeben; Sklerenchym fehlt. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit meist kurzer, wenig dickwandiger und gekörnelter Endzelle.

Heylandia.

Die Blätter der in Ostindien heimischen, monotypischen Gattung *Heylandia* sind einfach. Besondere anatomische Merkmale sind nicht vorhanden. Ich lasse daher gleich die specielle Beschreibung der anatomischen Verhältnisse folgen.

Heylandia latebrosa D. C. Herb. Wight 570, Ind. orient. Kleine und dünne, länglicheiförmige, an der Basis ungleich- und schwach herzförmige Blätter, mit sehr langen Haaren, besonders am Rande, besetzt. — Epidermiszellen, beiderseits gleich ausgebildet, in der Flächenansicht mit geraden, zuweilen gebogenen und dünnen Seitenrändern, z. T. gestreckt. Cellulosetheil der Aussenwände wenig verdickt, Innenmembranen oft verschleimt. Schleimzellen sehr voluminös; Cuticula dünn. — Spaltöffnungen

ziemlich zahlreich, relativ klein, von drei, seltener vier Nachbarzellen umstellt, richtungslos angeordnet und im Niveau der Epidermis liegend. — Blattbau centrisch. Mesophyll aus kurz- und ziemlich breitgliedrigen Pallisadenzellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven, alle von deutlicher Parenchymscheide umgeben; Sklerenchym fehlt. Der Mittelnerv ist durchgehend. — Krystalle von Kalkoxalat nicht beobachtet. — Trichome mit dickwandiger, gekörnelter und gedrehter, aussergewöhnlich langer Endzelle und mit Nebenzellen, die einen Sockel bilden, indem die an die Basalzelle der Haare angrenzenden Epidermiszellen sich an der Haarbasis heraufziehen und eine Art Sockel bilden.

Die Verbreitung der Meerstrandpflanzen Norddeutschlands und ihre Zugehörigkeit zu verschiedenen Genossenschaften.

Von

Dr. F. Höck

in Luckenwalde.

Es ist bekannt, dass die Zahl der Algenarten in der Ostsee wesentlich geringer ist als die der Nordsee, dass in den diese beiden Meere verbindenden Gewässern die Zahl der Algenarten von Westen nach Osten beständig in Abnahme begriffen ist und dass diese Abnahme in gleicher Richtung sich in der Ostsee fortsetzt, ja, dass vielleicht keine Algenart der Ostsee bekannt ist, die der Nordsee fehlt oder nicht wenigstens als verkümmerte Form von solchen des offeneren Meeres aufgefasst werden könnte.[1])

Die Zahl der Samenpflanzen unserer deutschen Meere ist viel zu gering, als dass ähnliche Berechnungen an diesen wirklichen Werth für die Pflanzengeschichte hätten. In's offene Meer ragen an unseren Küsten bekanntlich nur zwei „Seegräser" hinaus, die der Nord- und Ostsee gemein sind. Von diesen ist die grössere Art (*Zostera marina*) bis an die Küste der russischen Ostseeprovinzen und Finlands verbreitet, während die kleinere Art (*Z. nana*) nur an der schleswig-holsteinischen Ostküste noch ziemlich allgemein vorkommt, an der übrigen deutschen Ostseeküste, östlich von Heiligenhafen, nur in Westpreussen[2]), an der russischen Ostseeküste[3]) gar nicht beobachtet ist; da sie an der westpreussischen Küste neuerdings auch vergeblich gesucht ist[4]), wird ihr früheres Vorkommen dort wohl auf Verschleppung beruhen.

Auch die Formen der häufig im Brackwasser auftretenden *Ruppia maritima* zeigen eine ähnliche Abnahme nach Osten an der Ostsee, da sie nicht östlich von der westpreussischen Küste bekannt sind; ähnlich scheint es mit einem an gleichen Oertlich-

---

[1]) Vergl. Ackermann, Beiträge zur physischen Geographie der Ostsee. 2. Ausg. Hamburg 1891. p. 301 ff.

[2]) Ascherson-Graebner, Flora des nordostdeutschen Flachlandes. p. 54.

[3]) Herder, Flora des europäischen Russlands. (Engler's botanische Jahrbücher. XIV. p. 124 f.)

[4]) Ascherson-Graebner, Synopsis der mitteleuropäischen Flora. I. p. 299.

keiten auftretenden Wasserhahnenfuss (*Ranunculus confusus*) zu stehen, den Ascherson-Graebner aber nur als Form des auch im Binnenland verbreiteten *R. aquatilis* betrachten, während der von jenen Forschern als selbständige Art aufgefasste *R. baudotii* (oder *marinus*) noch weniger weit ostwärts zu reichen scheint, wenigstens von Abromeit (Flora von Ost- und Westpreussen) nicht namhaft gemacht wird. Als Ausnahme von der Regel des Schwindens nach O. könnte man, wenn man nur die Verbreitung an der Küste des deutschen Reiches in Betracht zieht, eine andere Brackwasserpflanze, *Naias marina*, ansehen, da sie in unserem Staatengebiet nur an der Ostsee, nicht an der Nordsee auftritt, doch erscheint sie wieder an der niederländisch-belgischen Küste, so dass das Fehlen an der hannoversch-oldenburgischen und an der schleswig-holsteinischen Westküste nur auf einer (vielleicht erst nachträglich entstandenen) Lücke beruht; im Uebrigen ist sie an der Ostsee noch weniger weit östlich, nämlich nur bis Vorpommern, vorgedrungen. Wie diese Art auch im Binnenlande verbreitet ist[1]), so sind das auch andere Brackwasserpflanzen, wie *Zannichellia palustris* und das kammförmige Laichkraut, *Potamogeton pectinatus*, so dass diese als Meerespflanzen nach ihrer Gesammtverbreitung noch weniger als die zuletzt genannten Arten betrachtet werden können. Es ist also keine Samenpflanze unserer deutschen Meere bekannt, deren Verbreitung schwer bei der heutigen Gestaltung dieser Wasserbecken zu erklären wäre, alle sind entweder unmittelbar durch die heutige Eingangspforte in die Ostsee gelangt oder Formen von Arten, die im Binnenland weiter verbreitet sind (beides ist bei *Naias* möglich); keine deutet auf den einstigen Zusammenhang der Ostsee mit dem nördlichen Eismeer hin.[2]) Die Abnahme nach Osten kann durch den geringeren Salzgehal der Ostsee weiter ostwärts erklärt werden, was bei manchen Algen wirklich der Grund sein mag. da einige weiter ostwärts in verkümmerter Form erscheinen; dies wird aber bei den Samenpflanzen wohl kaum der Fall sein, sondern ihre geringere Verbreitung wird wohl meist dadurch zu erklären sein, dass sie bisher zum Weiterwandern weniger Gelegenheit hatten; ob ein Fortwandern stattfindet, oder ob sie die natürlichen Grenzen ihrer Ausbreitung erreicht haben, muss weitere Forschung ergeben; noch ist die Zeit einer planmässigen Durchforschung deutscher Meere auf ihren Pflanzenwuchs hin zu kurz.

Diese Ergebnisse für die deutschen Meerespflanzen laden zu einer ähnlichen Untersuchung der Strandpflanzen ein, denen einige der zu-

---

[1]) Sie ist aus sämmtlichen Erdtheilen bekannt, wenig verbreitet aber in Grossbritannien und im Mittelmeergebiet (Ascherson-Graebner, Synopsis. I. 370).

[2]) Dieses wird mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit aus anderen Verhältnissen geschlossen. So ist z. B. das einstige Vorkommen der Auster in der Ostsee wohl nur durch den früher grösseren Salzgehalt dieses Meeres zu erklären, der durch seinen einstigen Zusammenhang mit dem Eismeer über die finnische Seenplatte selbstverständlich erscheint. Vgl. auch A. Schulz in Abhandl. d. naturforsch. Gesellsch. zu Halle. XXII. 1900. p. 167 ff.

letzt genannten Pflanzen fast ebenso gut zugerechnet werden können. Da die Zahl dieser Gewächsarten aber eine wesentlich grössere ist, lohnt es sich wohl, sie zur Aufgabe einer eigenen Arbeit zu machen[1]), namentlich unter Berücksichtigung ihrer Gesammtverbreitung. Die Grundlage für eine solche Untersuchung liefert eine Aufzählung, welche Prof. Ascherson schon 1883 in der dritten Auflage von Leunis' Synopsis der Pflanzenkunde. I. p. 729 f. lieferte, die nur um wenige Arten aus neueren Schriften zu ergänzen ist. Er unterscheidet dort im Anschluss an Buchenau[2]) die Pflanzen auf Salzwiesen und Schlickgrund an der Küste (Küstenflora) von den Arten auf Sandstrand und Düne (Sandstrandflora). Obwohl diese Unterscheidung sich nicht streng durchführen lässt, da, wie an jener Stelle hervorgehoben wird, einige Pflanzen der einen Gruppe auch auf den Standorten der anderen vorkommen, soll sie doch hier beibehalten werden, da so die zwei Hauptbestände zunächst geschieden betrachtet werden können.

1. Verbreitung der Küstenpflanzen (im engeren Sinne) an der norddeutschen Küste und in deren Grenzländern.

Unter den 46 von Ascherson als Küstenpflanzen im engeren Sinne aufgeführten Arten sollen diejenigen (wenigstens vorläufig) ausser Acht gelassen werden, welche nur in bestimmten Varietäten[3]) eigentliche Küstenpflanzen sind, in anderen Varietäten dagegen im Binnenlande weit verbreitet sind, da einerseits die Verbreitung der Varietäten z. Th. auch noch nicht hinlänglich aufgeklärt ist, andererseits aber, wenn blosse Formen und Varietäten herangezogen werden sollten, die Zahl der Strandpflanzen wohl noch beträchtlich wachsen würde.

Von den übrigen Arten sind gegen 30 auch im Binnenland vertreten, aber ihre Hauptverbreitung ist doch an der Küste[4]); nur die dreikantige Binse *Scirpus triqueter* (oder *pollichii*) muss

---

[1]) Obwohl Verbreitungsangaben über unsere Strandpflanzen zur Genüge vorliegen, ist mir doch eine Gesammtbearbeitung dieser nicht bekannt, vor Allem keine, in der der Versuch gemacht wird, aus ihrer Verbreitung und der ihrer Verwandten ihre Geschichte zu erklären.

[2]) Flora der ostfriesischen Inseln. (Neueste [3.] Aufl. Leipzig 1896.) — Für die nordfriesischen Inseln wurde gelegentlich zur Ergänzung von „Prahl, Flora der Provinz Schleswig-Holstein (Theil 1 in 2. Aufl. 1900)" noch „Knuth, Flora d. nordfriesischen Inseln (Kiel u. Leipzig 1895)" eingesehen. Für die Küstenflora des nordwestdeutschen Festlandes wurde „Buchenau, Fl. d. nordwestdeutschen Tiefebene (Leipzig 1894)" und „Brandes, Fl. d. Prov. Hannover (Hannover u. Leipzig, 1897)" hauptsächlich benutzt.

[3]) *Agrostis alba* var. *maritima* (nach Ascherson-Graebner, Synopsis auch an Salzstellen im Binnenland), *Atriplex hastatum* var. *triangulare*, *Lotus corniculatus* var. *tenuifolius*, *Armeria vulgaris* var. *maritima;* von diesen ist nur die bekannte Strand-Grasblume in der betreffenden Form womöglich ganz auf Strandgebiete beschränkt; eine 5. *Juncus ranarius* wird zwar jetzt von Ascherson als eigene Art betrachtet, doch von Buchenau, dem Monographen der Familie, nur als Varietät von *J. bufonius*, der auf Salzstellen (auch des Binnenlandes) vorkommt.

[4]) Die ganz auf die Küste beschränkten Arten sind durch gesperrten Druck ausgezeichnet.

wohl von jener Gruppe als Flussuferpflanze gestrichen werden, wenn sie auch am Unterlauf einiger Nordseeflüsse die Küste erreicht, ebenso wohl die Spargelbohne (*Tetragonolobus siliquosus*), die die deutsche Küste nur in Pommern erreicht, im Binnenland dagegen in den Prov. Sachsen, Brandenburg, Posen und Schlesien erscheint, wie einst bei Thorn, in der var. *maritima* wieder auf Oesel auftritt, an der Nordsee dagegen ganz zu fehlen scheint.

Nur neun Arten sind an den Küsten aller Hauptgebiete Norddeutschlands (d. h. an der hannoversch-oldenburgischen Küste, an dem schleswig-holsteinischen Nord- und Ostseestrand, sowie an den Küsten von Mecklenburg, Pommern, West- und Ostpreussen) vertreten, fehlen höchstens auf kleinere Strecken. Es sind dies: Eine Binse (*Juncus Gerardi*), ein Schwingel (*Festuca distans*)[1]), der Stranddreizack (*Triglochin maritima*), die Strandmelde (*Atriplex litorale*)[2]), die Salzschuppenmiere (*Spergularia salina*), der Erdbeerklee (*Trifolium fragiferum*), das Milchkraut (*Glaux maritima*) und die Strandaster (*Aster tripolium*).

Diese sind sämmtlich noch in den beiden nächsten Grenzgebieten an unserer Küste, den Niederlanden im Westen und den russischen Ostseeprovinzen im Osten auch heimisch. Schon spärlich in West- und besonders Ostpreussen tritt die Salz-Bunge (*Samolus valerandi*) auf; da sie aber auch in den russischen Ostseeprovinzen gefunden ist, wird sie doch am besten dieser Gruppe angeschlossen. Dagegen ist das Meerstrands-Gänsefüsschen (*Suaeda maritima*) nach Ostpreussen (und wahrscheinlich auch nach den russischen Ostseeprovinzen) wohl nur verschleppt, in Westpreussen dagegen noch bei Danzig beständig (Ascherson-Graebner).[3]) In Ostpreussen scheint eine Simsenart, *Scirpus pungens*, die Ostgrenze ihrer Verbreitung zu erreichen; wenigstens ist sie noch bei Alt-Pillau beobachtet, nicht aber aus russischem Gebiet meines Wissens bekannt; doch ist diese auch schon an der deutschen Ostseeküste zerstreut, weder aus Mecklenburg noch aus Westpreussen (wohl aber aus Pommern) in den mir zu Gebote stehenden Floren angegeben, während sie an der Nordsee sich sowohl an der schleswig-holsteinischen, als an der hannoverschen und niederländischen Küste zeigte. Umgekehrt ist eine Binse, die auch in Ostpreussen vorkommt, wie ihr Name, *Juncus balticus*[4]) zeigt, in Deutschland am Ostseestrand häufiger als an der Nordsee, ist an der deutschen

---

[1]) Strandform wohl nur var. *capillaris*.

[2]) Bei der Oldesloer Saline; die anderen oben genannten Arten werden sämmtlich schon von Ascherson als „auch im Binnenlande, meist auf Salzboden" bezeichnet.

[3]) Die in der Einleitung genannten Floren der Einzelgebiete sind sämmtlich zu Rathe gezogen; für die Nachbargebiete benutzte ich Lehmann's Flora von Poln.-Livland und Heukels, Geillustr. Schoolfl. voor Nederland". Von Dänemark fehlt mir eine besondere Flora, doch scheint nach Nyman's Conspectus die grösste Zahl unserer Strandpflanzen in diesem Lande vertreten zu sein.

[4]) Nach Ascherson in Ostpreussen im Binnenlande, wie auch in Amerika.

Festlandsküste der Nordsee nur früher an der Elbmündung (ausserdem auf Borkum) gefunden und auch in den Niederlanden nur von Vlieland und Terschelling bekannt, während sie an der Ostseeküste von Schleswig-Holstein bis weit in russisches Gebiet reicht. Da diese Art auch am Ladogasee und bei Archangel vorkommt, andererseits in Europa überhaupt auf die nördlicheren Gebiete beschränkt ist, z. B. auf den britischen Inseln auf Schottland, wäre es möglich, dass wir hier eine Art hätten, die schon die Ostseeküste bewohnte, als diese noch mit dem nördlichen Eismeer in Verbindung stand; das Vorkommen einer Varietät dieser Art gleichzeitig im atlantischen Amerika und in den Pyrenäen lässt wenigstens auf ein hohes Alter schliessen; während diese Art selbst auch an der asiatischen O.- und N.-O.-Küste weit verbreitet ist, sind ihre nächsten Verwandten auf Amerika beschränkt, wo diese Art nur eine auf den Westen beschränkte Varietät besitzt (vergl. Buchenau, Monographia Juncacearum). Doch auch bei dieser Art ist nach der Gesammtverbreitung ein Eindringen in die Ostsee von W. her nicht ausgeschlossen. Ein solches wird für fast alle anderen Arten dieser Gruppe beinahe sicher.

Nach O. hin reichen an der deutschen Küste bis Westpreussen zwei Simsen, *Scirpus parvulus* und *rufus*, ein Schwingel, *Festuca thalassica*[1]), ein Honigklee, *Melilotus dentatus*, der Meerstrandswegerich, *Plantago maritima*, denen sich vielleicht noch der Meerstrandsaugentrost, *Euphrasia litoralis*, anschliesst. Die erste von diesen fehlt im deutschen Nordseegebiet wie auch an der belgisch-niederländischen Küste, tritt aber an den Küsten von Frankreich, England und Irland wieder auf; es ist bei dieser Art ein Eindringen durch die jetzige Eingangspforte in die Ostsee jedenfalls nicht sicher.

Die anderen Arten sind sämmtlich sowohl im deutschen Nordseegebiet als in allen weiter westwärts gelegenen deutschen Ostseegebieten erwiesen, so dass an ihrem Eindringen durch die dänischen Gewässer in die Ostsee kaum zu zweifeln ist, wenn auch *Melilotus dentatus* heute an der hannoverschen Küste zweifelhaft ist. Alle (vielleicht mit Ausnahme der *Euphrasia*) kommen auch an der niederländischen Küste vor; viel beachtenswerther aber ist, dass alle[2]) auch von der Küste der russischen Ostseeprovinzen angegeben sind, dass also keine von ihnen eine wirkliche O.-Grenze in Westpreussen erreicht. Das Vorkommen der *Festuca* und *Plantago* in Finland und Scandinavien schliesst aber auch eine Wanderung um den bottnischen Meerbusen nicht aus.

---

[1]) Nach Garcke „angeblich auch bei Forbach in Lothringen, doch kaum glaublich"; sichere Standorte aus dem Binnenland sind mir bei dieser Art nicht bekannt; nach Ascherson-Graebner's Synopsis II. 460 mit Sicherheit nur an der Küste bis Hinterpommern; da sie auch an der Eismeerküste vorkommt, könnte ihr Vorkommen in den russischen Ostseeprovinzen leicht ganz ausser Zusammenhang mit dem an den deutschen Ostseeländern stehen.

[2]) *Euphrasia litoralis* nennt J. Hoffmann (Oesterr. botan. Zeitschrift. 1897. p. 116) von der Ostseeküste Russlands und Finlands.

Aehnlich steht es mit dem Glasschmalz oder Queller (*Salicornia herbacea*); obwohl er selbst in Westpreussen nur verschleppt auftritt, ist er doch in den russischen Ostseeprovinzen Livland und Esthland als zur Flora gehörig bezeichnet und kommt gleichfalls in Finland und Scandinavien vor. Ebenso ist die für Preussen zweifelhafte *Spergularia media* für Kurland angegeben und kommt gleichfalls in Scandinavien und Finland vor. Dagegen wird der Meerstrandbeifuss (*Artemisia maritima*) wie in Westpreussen auch in Livland wohl nur verschleppt sein (tritt dort ausserdem in einer anderen Varietät, *humifusa*, als in N.-O.-Deutschland auf). Sicher beruht nur auf Verwilderung das Vorkommen des Selleries (*Apium graveolens*) in den russischen Ostseeprovinzen, da er in Preussen schon kaum verwildert, also mindestens nicht urwüchsig ist. Ganz fehlen in den russischen Ostseeprovinzen und Finland von den in Preussen verschleppt auftretenden Arten der krötenfussartige Wegerich (*Plantago coronopus*) und die roggenartige Gerste (*Hordeum secalinum*). Alle diese Arten reichen westwärts durch alle deutschen Strandgebiete und sind auch an der niederländischen Küste erwiesen.

Ausser den beiden zuletzt genannten Arten erreichen eine wirkliche Ostgrenze ihrer Verbreitung an der pommerschen Küste (da sie in den russischen Ostseeprovinzen und Finland fehlen) die Meerbinse (*Juncus maritimus*[1]) bis Usedom), der Dünnschwanz (*Lepturus incurvatus*) bis Rügen, das englische Löffelkraut (*Cochlearia anglica* bis Stralsund), die Strand-Pferdesaat (*Oenanthe Lachenalii* bis Swinemünde und Rügen), der echte Widerstoss (*Statice limonium* bis Rügen) und der den deutschen Strand nur an der Ostsee von Schleswig-Holstein bis Peenemünde erreichende, im Binnenlande aber auch nicht seltene Eibisch (*Althaea officinalis*); da die letzte aber gleich den fünf anderen Arten am niederländischen Strande auftritt, ist ihr Fehlen an der Nordseeküste des deutschen Reichs nur eine Lücke in der Verbreitung, die vielleicht erst nachträglich entstanden ist.

Dem deutschen Strand folgen ostwärts auch nur bis Pommern ein auch auf Texel (nach Buchenau) beobachtetes Riedgras (*Carex extensa*)[2]), eine Keilmelde (*Obione pedunculata*) und ein Hasenohr (*Bupleurum tenuissimum*), die beide auch an der niederländischen Küste auftreten, aber andererseits auch in den russischen Ostseeprovinzen beobachtet sind; ob die dortigen Vorkommnisse nur auf Verschleppung beruhen, oder die ganze preussische Küste hier eine Verbreitungslücke bildet, vermag ich aus den Angaben in der sonst so trefflichen Flora von polnisch Livland von Lehmann nicht zu ersehen; nur die *Carex* wird von Herder

---

[1]) Nach Ascherson „im Süden auch im Binnenlande", doch meines Wissens nirgends im deutschen Reich, von der folgenden Art ist mir auch nichts über Vorkommen im Binnenland Deutschlands bekannt, dagegen soll *Cochlearia* in Mecklenburg solche Standorte zeigen an einer Salzquelle (Krause und Ascherson-Graebner).

[2]) Nach Garcke „angeblich im Bourtanger Moor", sicher neuerdings in Posen am Drescher See.

für Finland genannt. Sicher beruht ein solches Vorkommen bei dem echten Löffelkraut (*Cochlearia officinalis*), das in Deutschland nur bis Mecklenburg ostwärts reicht, nach Lehmann's Angabe in seinem Gebiet nur auf Verschleppung. Gleich dieser Art erreichte früher in Mecklenburg (bei Warnemünde) jetzt in Schleswig-Holstein die Ostgrenze ihrer Verbreitung *Echinopsilon hirsutus;* beide Arten reichen westwärts dagegen am Nordseestrand über reichsdeutsches Gebiet hinaus.

Von den von Ascherson genannten Pflanzen dieser Gruppe sind endlich drei auf das Nordseegebiet beschränkt, ausser (der nach Garcke früher auch an der Ostsee beobachteten?) *Obione portulacoides*, die sowohl an der hannoverschen, als schleswig-holsteinischen Küste vorkommt, ebenso wie eine auch in Dünen vorkommende Melde (*Atriplex laciniatum*[1]), die dauernd auf reichsdeutschem Boden höchstens an der schleswig-holsteinischen West- (nicht auf Helgoland), vorübergehend auch an der hannoverschen) Küste beobachtete Strandgerste (*Hordeum maritimum*)[2]), die wohl mit Unrecht für Heiligenhafen früher angegeben wurde. Jene Melde wird von Heukels nicht für die Niederlande genannt (wenn nicht etwa die unter dem Namen *O. rosea* genannte als vereinzelt an der Küste verschleppte Art damit gemeint ist), erscheint aber an der belgischen Küste (nach Durand) wieder; die anderen beiden Arten sind auch in den Niederlanden beobachtet, alle drei fehlen dagegen auch in den russischen Ostseeprovinzen, die von dort bei Lehmann genannte Melde wird im Nachtrag zu *Atriplex tataricum* verwiesen.

An diese Arten möchte ich zwei von Ascherson nicht genannte, nur von den schleswig holsteinischen Inseln innerhalb des deutschen Reiches bekannte Arten anschliessen. Die eine von diesen, ein Widerstoss (*Statice bahusiensis)*, ist erst 1888 auf deutschem Boden und zwar auf der kleinen Insel Aaroe im Kreise Hadersleben entdeckt, eine echte nordatlantische Art. Die andere ist umgekehrt seit über 100 Jahren nicht mehr in Deutschland beobachtet, daher vielleicht verschwunden; es ist eine Art Klee (*Trifolium*) oder Bockshorn (*Trigonella ornithopodioides*), die 1768 zu List auf Sylt gesammelt wurde; da auch diese (von einem Vorkommen in Ungarn abgesehen) wesentlich atlantische Verbreitung zeigt, ist auch ihr ursprüngliches Vorkommen an unserer Küste nicht anzuzweifeln, zumal da sie auch in den niederländischen Dünen wieder auftritt.

Wahrscheinlich werden noch weitere Formen oder Arten sich daran anschliessen. So ist eine Simse (*Scirpus Kalmusii*)[3]) mit Sicherheit bisher überhaupt nur von der preussischen (vielleicht auch mecklenburgisch-pommerschen) Küste bekannt, aber bei einer

---

[1]) Wahrscheinlich früher häufig auf der Helgolander Düne (Ascherson, Uebers. d. Pteridoph. u. Siphonog. Helgolands [Wissenschaftl. Meeresunters 1900]).

[2]) Nach Ascherson in den Mittelmeerländern auch im Binnenlande in Deutschland so höchstens verschleppt.

[3]) Nach Garcke vielleicht in Brandenburg (Ascherson-Graebner).

erst seit etwa zwei Jahren bekannten Art lässt sich noch nichts über die wahre Verbreitung sagen. Ebenso ist *Alopecurus ventricosus* var. *exserrens* ausschliesslich von der Ostsee bekannt (Ascherson-Graebner, Synopsis. II. 134), aber die Art ist auch im Binnenlande auf Salzwiesen in Mitteleuropa (wenn auch urwüchsig wohl nicht im deutschen Reich) beobachtet, ist vor Allem in Osteuropa (sowohl Nowaja Semlja und Lappland als auch am Kaukasus), andererseits auch an atlantischen Küsten beobachtet, so dass auch bei dieser Art immerhin die Möglichkeit vorhanden wäre, dass sie durch das heutige Eingangsthor an die Ostsee eingedrungen sei, obwohl hier auch der umgekehrte Weg über Finland nicht ausgeschlossen ist.

Vielleicht schliesst sich endlich noch die breitblättrige Kresse (*Lepidium latifolium*) an diese Gruppe von Pflanzen an, da sie an der Küste und auf Salzboden in Schleswig-Holstein sowohl an der Nord- als Ostsee, dann aber auch (z. Th. vor längerer Zeit) an der Küste von Mecklenburg, Pommern, West- und Ostpreussen, wie auch in den russischen Ostseeprovinzen beobachtet ist; im nordwestdeutschen Gebiet fehlt diese Art. Da sie aber an der niederländischen Küste wieder erscheint, schliesst sie sich in ihrer Gesammtverbreitung, wie auch noch weiter unten gezeigt werden soll, der Mehrzahl der besprochenen Pflanzen an. Da sie (wie *Trigonella*) in den Niederlanden auf Dünen auftritt, würde sie gleich ihr vielleicht besser der folgenden Gruppe angeschlossen; doch wurde ja schon hervorgehoben, dass eine strenge Trennung beider Gruppen nicht durchführbar ist.

2. Verbreitung der Dünenpflanzen an der norddeutschen Küste und in ihren Grenzgebieten.

Ascherson zählt in Leunis' Synopsis 31 Dünenpflanzen der norddeutschen Küste auf. Doch werden auch davon fünf (wenigstens vorläufig) am besten von der Untersuchung ausgeschlossen, da es Bastarde [1]) sind, die neu an verschiedenen Stellen entstehen können, oder Varietäten [2]), deren Verbreitung nicht immer klar festzustellen ist.

Von diesen sind nicht nur längs des grössten Theiles des norddeutschen Strandes, sondern auch in beiden Grenzgebieten (den Niederlanden und den russischen Ostseeprovinzen) beobachtet: der Spargel (*Asparagus altilis*), der Helm (*Calamagrostis arenarius*), der binsenförmige Weizen (*Triticum junceum*), die Sandgerste (*Hordeum arenarium*), das Salzkraut (*Salsola kali*), die Salzmiere (*Honckenia peploides*), der Meersenf (*Cakile cakile*) [3]) und das Küsten-Tausendgüldenkraut (*Erythraea litoralis*), also 8 Arten. Wie die letztgenannte Art neuerdings in Ostpreussen fehlt, also verschwunden zu sein scheint, die Strandplatterbse (*Lathyrus*

---

[1]) *Triticum acutum* (= *T. repens* × *junceum*), *T. strictum* (= *T. junceum* × *Elymus arenarius*) und *Calamagrostis baltica* (= *C. epigea* × *arenaria*).

[2]) *Agrostis alba* var. *stolonifera* und *Hieracium umbellatum* var. *angustifolium*.

[3]) Auf Rügen auch auf Feuersteinstrand, im Binnenland nur vereinzelt verschleppt.

maritimus) im deutschen Strandgebiet sehr zerstreut auftritt, im niederländisch-belgischen fehlt, aber an der französischen Küste wieder, wenn auch selten, erscheint, so ist vielleicht auch das dänische Löffelkraut (*Cochlearia danica*) nur nachträglich an dem ganzen östlichen Theil der deutschen Küste verschwunden, denn es reicht einerseits von den Niederlanden längs der deutschen Küste bis Mecklenburg und Rügen, tritt andererseits aber in Livland wieder auf, da es indess auch in Scandinavien und Finland vorkommt, wäre eine Wanderung um den bottnischen und finischen Meerbusen bei ihm nicht ausgeschlossen. Ganz ähnlich steht es mit dem Meerkohl (*Crambe maritima*)[1]; nur fehlt dieser auch an der Nordseeküste der Niederlande und Norddeutschlands, ausser auf Norderney, so dass bei ihm eine Wanderung um den finischen Meerbusen noch mehr Wahrscheinlichkeit hat.

Ganz auf die Küsten von West- und Ostpreussen, sowie der russischen Ostseeprovinzen beschränkt ist ein Wanzensame, *Corispermum intermedium*; seine nächsten Verwandten sind das auf Süd-Europa und das angrenzende Asien beschränkte *C. nitidum* und das gleichfalls in diesen Gebieten auftretende, doch auch in der Südhälfte Europas, sowie in Asien weiter verbreitete, gar auch in Nord-Amerika beobachtete *C. intermedium*. Von dem Stamme dieser Arten wird die jetzt auf die Ostseeküste beschränkte Form wohl sich abgesondert haben, zu einer Zeit, als die Küste des Meeres, von welchen die jetzige Ostsee ein kleiner Rest ist, wesentlich weiter südwärts reichte als heute.

Ein ähnlich verbreitetes, nur auch noch an der hinterpommerschen Küste auftretendes Leinkraut (*Linaria odora*)[2]) zeigt diesen Zusammenhang eines Theiles unserer Küstenpflanzen mit den Gewächsen der Steppen noch deutlich, da diese Art auch in den Steppen heute noch beobachtet wird, und ähnlich steht es mit einer Art Bocksbart, *Tragopogon floccosus*, der aber an unserer Küste auf Ostpreussen beschränkt bleibt; beide werden auch stellenweise aus Mittelrussland genannt, wo sie also vielleicht an einzelnen Orten erhalten blieben.

Man könnte zunächst, wenn man nur die Verbreitung in Norddeutschland berücksichtigt, daran denken, den Seedorn (*Hippophaës rhamnoides*) diesen anzuschliessen, da er bei uns jetzt auf den Ostseestrand von Schleswig-Holstein bis Ostpreussen ursprünglich beschränkt zu sein scheint, an dem Nordseestrand heute nur gebaut[3]) erscheinen soll, doch ist sein Auftreten in den russischen Ostseeprovinzen als ursprüngliches nicht ganz sicher anzusehen, wenn es auch

---

[1]) Im Binnenland selten in Gemüsegärten gepflanzt und vielleicht gelegentlich daraus verwildert. — Eingeschleppt ist sie z. B. auch auf Helgoland gefunden.

[2]) In Deutschland nur Küstenpflanze, im Steppengebiet auch im Binnenland, ebenso *Tragopogon floccosus*.

[3]) Auf Helgoland ist er wahrscheinlich früher auch wild, sogar bestandbildend vorgekommen, wenn die heutigen Pflanzen auf der dortigen Düne auch nur gepflanzt sind (Ascherson, Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen IV. 1900. p. 124.)

nicht unbedingt anzuzweifeln ist, namentlich für Kurland einige Wahrscheinlichkeit hat, da er auch im südlichen und westlichen Finland beobachtet wird. Im übrigen Russland aber scheint er ursprünglich nur am Kaukasus zu sein (Köppen, Holzgew. Russlands. I. 640 ff.). Sein Vorkommen in den niederländischen Dünen[1]) ist als ein altes wohl nicht anzuzweifeln, da er nach Crépin in Belgien ebenfalls als Küstenpflanze vorkommt und auch in Frankreich an der Küste des Canals, sowie in England an der Süd- und Ostküste für wild gilt. Er erscheint aber auch in Deutschland noch an anderen Ufern, nämlich an Flussufern der Alpenströme und ebenso in Frankreich in Flussthälern des Rhônegebietes. An ähnlichen Oertlichkeiten tritt er auch in Scandinavien auf, und so ist es recht wahrscheinlich, wie Köppen annimmt (vergl. auch a. a. O. II. 575), dass er von den Hochgebirgsstandorten an die Küste gelangte und sich dann erst später dort weiter verbreitete; so wenigstens erklärt sich sein Fehlen im südlichen Schweden am ungezwungensten, da klimatische Gründe dafür sicher nicht anzunehmen sind; so wäre sein Fehlen in Livland und Estland, sein Vorkommen aber einerseits in Finland, andererseits in Kurland wohl verständlich, da Kurland sich an sein preussisches Verbreitungsgebiet anschliesst, die finischen Fundorte aber den scandinavischen nicht fern liegen.

Aehnlich möchte vielleicht auch das Vorkommen einer Weide (*Salix daphnoides*) an der pommersch-preussischen und kurisch-livländischen Küste zu erklären sein, da auch sie in Flussthälern weiter verbreitet ist, namentlich auch an den Alpenflüssen, doch auch andererseits an der Weichsel vorkommt (in Posen wird ihre Ursprünglichkeit allerdings angezweifelt, nicht aber in Polen und Preussen); da auch sie gleich dem Sanddorn in Scandinavien, dem nördlichen Asien und dem Himalaya weiter verbreitet ist, können wir auch sie gleich diesem zu den arktisch-alpinen Pflanzen rechnen.

Von anderen Dünenpflanzen wird noch aus den russischen Ostseeprovinzen das Sand-Lieschgras (*Phleum arenarium*), doch, wie auch Lehmann angiebt, wahrscheinlich mit Unrecht genannt, da es an der deutschen Küste nur bis Rügen ostwärts reicht und auch in Finland fehlt; höchstens hat es sich, wie in Westpreussen, einmal in Folge von Verschleppung dort vorgefunden.

Die Seemannstreu (*Eryngium maritimum*) hält ebenfalls Lehmann in den russischen Ostseeprovinzen für eingeführt (synanthrop), in Preussen ist sie noch ziemlich verbreitet, wenn sie auch stellenweise neuerdings durch Ausrottung seltener wird; sie reicht gleich dem Lieschgras westwärts über unser Staatengebiet hinaus.

---

[1]) Als dessen Fortsetzung wäre das auf Helgoland anzusehen; wenn aber dort diese Art wild gelebt hat, wird sie auch auf den nordfriesischen Inseln, wo sie noch heute grosse Strecken bedeckt, aber als für vielleicht aus den Niederlanden eingeführt gilt (Buchenau), wohl schon vor den Pflanzungen durch Menschen gelebt haben.

In den Niederlanden und Belgien, ja schon an der hannoversch-oldenburgischen Küste fehlt dagegen eine Melde (*Atriplex Babingtonii*), die an dem deutschen Ostseestrand von Schleswig (allerdings mit grossen Unterbrechungen, z. B. Holstein?) bis Pommern (Peenemünde) reicht, an der deutschen Nordseeküste nur in Nord-Schleswig beobachtet ist und im Uebrigen nord-atlantische Verbreitung zeigt.

Auch der Strand-Knebel (*Sagina maritima*) findet seine Ostgrenze in Pommern, doch reicht er wieder nach Westen über unsere Reichsgrenze hinaus. Ganz auf das deutsche Nordseegebiet beschränkt ist von den von Ascherson genannten Arten dieser Gruppe eine Binse (*Juncus anceps* var. *atricapillus*), ein Riedgras (*Carex trinervis*), der stechende Weizen (*Triticum pungens* [vielleicht nur eine Form von *T. repens*]), ein Hornkraut (*Cerastium tetrandrum*)[1], eine Rose (*Rosa pimpinellifolia*) und eine Winde (*Convolvulus soldanella*); die meisten von ihnen sind fast oder ganz auf die friesischen Inseln beschränkt, die letzte sogar ganz auf die ostfriesischen innerhalb Deutschlands; sie könnte auch dahin wohl verschleppt sein, da sie „sehr selten" dort ist, obwohl auch ihre Verbreitung dahin ohne Zuthun des Menschen leicht erklärlich wäre. Nur in dem schleswig-holsteinischen Küstengebiet tritt eine von Ascherson nicht genannte, aber von mir in den Eiderstedter Dünen beobachtete Art, die Zwergbinse (*Juncus pygmaeus*) auf; dieser schliesst sich ein erst neuerdings für Deutschland (ostfriesische Inseln und in einer abweichenden Form auf Röm) erwiesenes Gras, *Koeleria albescens* (Ascherson-Graebner, Synopsis. II. 356 f.) an. Auch ein Riedgras (*Carex incurva*) sei im Anschluss hieran erwähnt, das aus unserem Staat nur von Röm bekannt ist und auch da vielleicht schon ausgestorben sein kann.

Vielleicht kann hieran noch eine Knöterichart vom Ostseestrande angeschlossen werden, *Polygonum Raji*, die allerdings an ihren einzigen bisher bekannten deutschen Fundstellen (Rügen und Halbinsel Hela) vielleicht eingeschleppt sein kann (vergl. Luerssen und Ascherson in Ber. d. b. Ges. 13. 1895. p. 18 bis 20), ihrer Gesammtverbreitung nach aber mittelländisch-atlantisch ist, daher sehr wohl auch an der deutschen Küste urwüchsig zu erwarten wäre.

Dass mit diesen Arten nicht annähernd die Zahl der Dünenpflanzen unserer Küste erschöpft ist, zeigt am besten ein Blick in Abromeit's neueste Arbeit über diese Pflanzen (in dem mir leider bei Anfertigung dieser Arbeit nicht zur Verfügung stehenden „Handbuch des Dünenbaus"). Die Mehrzahl aber der Pflanzenarten, deren Hauptstandorte die Sandanhäufungen unserer Küste sind, mag wohl hiermit genannt sein.

---

[1]) Ebenso wie *Honckenya* in Ascherson's genannter Liste wohl durch Druckfehler mit * versehen; von echt binnenländischen Standorten nicht bekannt, wie jene auch auf Helgoland; sonst ist *C. tetr.* nur von den friesischen Inseln auf deutschem Boden bekannt.

Dass vielfach weitverbreitete Arten besondere Küstenformen bilden, ist schon dadurch angedeutet, dass einige der Strandpflanzen in Ascherson's Listen auch im Binnenlande verbreiteten Arten angehören. Auch die nächste deutsche Verwandte der zuletzt genannten Art, der im Binnenlande wohlbekannte Vogelknöterich (*Polygonum aviculare*), hat eine f. *litorale* und eine var. *Kummii*, von denen jene mehr für Dünen, diese mehr für Salzstellen bezeichnend scheint.

Im Anschluss an die Besprechung dieser weisen Ascherson-Graebner darauf hin, dass auch gewöhnlich als Arten betrachtete Formen vielleicht nur beständig gewordene Strandformen anderer Arten sind, so *Juncus ranarius* von *J. bufonius*, *J. Gerardi* von *J. compressus* vielleicht als solche Strandformen abzuleiten sind, was für die Geschichte der Arten sehr beachtenswerth ist. In manchen Fällen sind die Unterschiede solche, dass sich die Strandformen vielleicht als die ursprünglicheren betrachten lassen, so bei dem Stiefmütterchen, dessen Strandform Du Mortier als *V. sabulosa* zu einer eigenen Art erhob. Da diese ausdauernd, die im Binnenlande gemeine Unkrautform var. *arvensis* aber krautig (hapaxanth) ist, wäre nicht unmöglich, dass diese aus jener hervorgegangen sein könnte. In Dünen kann eine ausdauernde Form gut aushalten, obwohl es auch dort nicht an krautigen Pflanzen fehlt, auf Aeckern ist eine kurzlebige Art dem Kampf um's Dasein am besten angepasst; hier ist die Zahl der Stauden deshalb gering. Vielleicht steht es ähnlich mit dem Hopfenklee (*Medicago lupulina*), der in N.-O.-Deutschland nicht, wohl aber in N.-W.-Deutschland und den Niederlanden, wo er auch auf Dünen auftritt, ausdauert. Wir hätten so den Fall, dass Pflanzen, die im Binnenlande meist nur als Unkräuter eingeschleppt erscheinen, an der Küste urwüchsig sein könnten, ähnlich wie Drude hervorhebt, dass derartige Pflanzen auf Salzstellen des Binnenlandes einen urwüchsigen Eindruck machen (Deutschlands Pflanzengeographie. I. 387). Aus solchen Gründen mag die Zahl der urwüchsigen Unkräuter Norddeutschlands doch wesentlich grösser sein, als ich dies in „Forsch. z. deutsch. Landes- und Volkskunde. Bd. XIII. Heft 2" annahm, worauf mich namentlich Prof. Ascherson hinlenkte.[1]) Wir würden da den gleichen Fall haben, wie wir neuerdings an *Salsola kali* beobachten können. Diese Art hat jetzt vielleicht schon im Binnenlande als Unkraut weitere Verbreitung (namentlich in N.-Amerika, doch stellenweise auch bei uns), als am Strande; dennoch zweifelt wohl keiner daran, dass in der Nähe des Meeres und an einigen Salzstellen des Binnenlandes die einzigen Stellen in unserem Vaterlande sind, wo sie urwüchsig auftritt. Doch auch diese hat sich im Binnenlande zu einer besonderen Form (var. *tragus*) ausgebildet, von der v. Schlechtendal bemerkt, dass sie sich zur Strandform verhält wie eine Garten-

---

[1]) So kommt z. B. *Sonchus arvensis* in anscheinend urwüchsigen Formen auf der Helgoländer Düne vor, neben *Taraxacum*, *Chrysanthemum inodorum* u. a. im Binnenlande meist auf bebautem Boden erscheinenden Arten.

form zur wilden Art (vergl. Ascherson-Graebner, Flora des nordostdeutschen Flachlandes. p. 289).[1])

In anderen Fällen mögen die Dünenformen aber auch von den binnenländischen abstammen. Dann unterscheiden sie sich oft durch Merkmale, die deutliche Anpassung an den sandigen oder salzigen Standort zeigen, jedenfalls die Wasserabgabe herabmindern. Eine solche auch auf trockenen Stellen des Binnenlandes verbreitete „schmalblätterige“ Form hat der Thymian (*Thymus serpyllum* als var. *angustifolius*) ausgebildet, eine „starrblätterige“ wohl nur von der Küste bekannte Form eins unserer besten Wiesengräser (*Poa pratensis* als var. *costata*), eine „niederliegende“ Form die Jasione (*Jasione montana* als var. *litoralis,* auch im Binnenland zerstreut), eine seidig-filzige der Feldbeifuss (*Artemisia vulgaris* als var. *sericea*), eine „wollig-behaarte“ der rothe Schwingel (*Festuca rubra* als var. *arenaria,* an der Düne beider deutschen Meere), eine „niederliegende“, „stärker behaarte“, meist „starre“, „schmalblättrige“, der Wundklee (*Anthyllis vulneraria* als var. *maritima* an gleichen Standorten), eine mit „fleischigen Blättchen“ ist von der geruchlosen Kamille (*Matricaria inodora* als var. *maritima*) auf Dünen (auch am Felsen von Helgoland) und an Salzstellen (bei Magdeburg) beobachtet (vgl. bes. Buchenau, a. a. O., Ascherson, a. a. O.).

Es zeigen demnach Formen sehr verschiedener Arten die wesentlichsten Eigenschaften, welche die meisten Dünenpflanzen in ihrer Anpassung an den Standort erworben haben, theils getrennt, theils zu mehreren vereinigt. Hieraus ergiebt sich, dass dies wirklich Anpassungs-Eigenschaften sind (vergl. Warming, Oekologische Pflanzengeographie. p. 244 ff.). Eine Untersuchung über die Verbreitung dieser besonderen Dünenformen ausserhalb des Gebiets kann aber noch nicht zu einem sicheren Ergebniss führen, deshalb sind alle Varietäten, Formen und Bastarde[2]) nur kurz erwähnt, während auf die Gesammtverbreitung der Arten weiter eingegangen werden soll.

3. Gesammtverbreitung der norddeutschen Strandpflanzen und ihre Vertheilung nach Genossenschaften.

Schon die Verbreitung an der norddeutschen Küste und den nächsten Grenzgebieten zeigt, dass Pflanzen der bisher unterschiedenen Gruppen z. Th. ähnliche Verbreitung haben können, während umgekehrt Pflanzen der gleichen Gruppe grosse Verschiedenheit zeigen. Weit mehr tritt dies noch hervor, wenn auf die Gesammtverbreitung dieser Arten eingegangen wird. Will man Pflanzen gleicher oder ähnlicher Verbreitung zusammenfassen, so ist viel wesentlicher als der Unterschied zwischen Pflanzenarten der beiden

[1]) Unter den Pflanzen der Strandwiesen verhält sich ähnlich ***Festuca distans***, von der die var. *capillaris* wenigstens in N.-O.-Deutschland auf den Strand beschränkt ist, während die Hauptform ein häufiges Unkraut bildet, aber auch an Salzstellen des Binnenlandes vorkommt (Ascherson-Graebner, Flora, p. 113.).

[2]) Auch diese können ja wie jene „Arten werden“.

unterschiedenen Bestände am Strande, die Beachtung, ob die Arten auch im Binnenland an ursprünglichen Orten auftreten oder nicht; deshalb wurden die bei uns ganz auf die Küste beschränkten Arten auch (durch gesperrten Druck) besonders im Vorhergehenden hervorgehoben. Diese Arten können wir grossentheils als Glieder einer Genossenschaft bezeichnen d. h. als Pflanzen von wesentlich gleicher Verbreitung. Man sieht nur, dass die einen weiter an der Küste nach einzelnen Richtungen hin vorgedrungen sind als die anderen. Es mögen daher zunächst die bei uns ganz auf den Strand beschränkten Arten, hier zusammengefasst werden als:

a) Genossenschaft norddeutscher Strandpflanzen.[1])

Lassen wir ausser den bei uns im Binnenlande (an ursprünglichen Orten) vorkommenden Arten auch die aus den Steppen am Kaukasus oder in Spanien, sowie aus den Pussten Ungarns bekannten Arten vorläufig ausser Acht, so bleiben nur reichlich 20 Arten nach; von diesen aber kann man fast sicher annehmen, dass sie wirklich längs der atlantischen Küste unsere deutschen Meere erreichten.

Zwar sind auch diese durchaus nicht alle ganz gleich verbreitet, sondern sie zeigen insofern grössere Verschiedenheiten, als einige nach der einen, andere nach der anderen Seite weiter reichen. Es lassen sich nach der Verbreitung an der europäischen Küste etwa drei Untergruppen scheiden, obwohl diese allmählich in einander übergehen, durchaus nicht scharf getrennt sind:

α) Bis in arktische Gebiete reichend:

Festuca thalassica (*Glyceria maritima*): Atlantische und Eismeerküsten Europas, Sachalin, N.-Amerika und Grönland (angeblich auch auf der Krim) (Ascherson-Graebner); nordwärts sogar noch bis Grinnelland (nach Willkomm auf der iberischen Halbinsel an der N.- und S.-O.-Küste; nach Nyman auch an verschiedenen Mittelmeerküsten?; nicht von nordafrikanischen Mittelmeerküsten durch Durand-Schinz genannt); in Jütland auf etwa drei Meilen Entfernung von der Küste auf salzreichem ehemaligem Küstenboden beobachtet, sonst meines Wissens nicht im Binnenland.

Hordeum arenarium: Aehnlich wie vorige verbreitet (wohl nur durch Anbau im Binnenland, allerdings auch auf Island weit landeinwärts).

Polygonum Raji: Küste Europas von Italien und Sardinien bis Lappland einerseits, über die britischen Inseln bis Grönland andererseits.

Atriplex[2]) *Babingtonii:* Island (heimisch?), Færør, britische Inseln, Dänemark, Schweden, südliches und westliches Norwegen.

[1]) Associatio litoralis germanica.

[2]) Dieser Gruppe würde sich der Gesammtverbreitung nach auch *Alopecurus ventricosus* anschliessen, der von Nowaja Semlja bis Algerien verbreitet ist, von dem var. *exserrens* nur an der Ostseeküste auftritt, doch ist die Art selbst auch im Binnenland verbreitet.

Honckenya peploides: W.-Küste der iberischen Halbinsel bis Island, Spitzbergen, Jan Meyen, N.-Sibirien, Sachalin, Japan, N.-Amerika und Grönland (in Mecklenburg ein wenig landeinwärts).

Cochlearia anglica: Island, über die brit. Inseln und Scandinavien nach N.-O.-Finland.

C. officinalis: Nowaja Semlja, Spitzbergen, Island bis Nord-Spanien (angeblich auch in den Karpathen).

C. danica: Mittel-Schweden über die brit. Inseln nach den Färøern und südwestlich bis zur westlichen iberischen Halbinsel.

Cakile cakile (*C. maritima*)*:* Küste von ganz Europa ausser dem N.-O. (in Norwegen bis 71° 7′) bis zur kolchischen und ägyptischen Küste.

Lathyrus maritimus: N.-Spanien bis zu den Shettlands-Inseln und dem arktischen Russland.

Armeria maritima: Oporto über Grossbritannien und die Färøer bis Island einerseits und zum nördlichen Norwegen (nach Schuebeler bis 71° 5′) andererseits.

β) Weder in die eigentlich arktischen Gewässer, noch in's Mittelmeer weit hineinragend.

Koeleria albescens: N.-Spanien bis Dänemark.

Carex trinervis: Portugal bis Dänemark.

C. punctata: Italien (auf der iber. Halbinsel nur bei Oporto) bis Norwegen.

Scirpus Kalmusii: Ostseeküste (s. o. p. 373).

Juncus anceps var. *atricapillus:* Dünen von Algier bis Dänemark und S.-Schweden.

Echinopsilon hirsutum var. *glabrescens:* Holstein und Frankreich (Gürke; die Art [ob auch die Varietät?] reicht nordwärts über Dänemark nach Oeland, fehlt aber auf der iberischen Halbinsel; ob die von Sardinien, Italien und Rumänien angegebenen Formen zu dieser Form oder, wie wohl wahrscheinlicher, zu der aus Süd-Russland bekannten und dann wohl nach Sibirien weiter verbreiteten var. *rufo-hirsuta* gehören, bleibt zu prüfen).

Crambe maritima: Südliches Scandinavien bis N.-Küste von Spanien (angeblich[1]) auch S.-Russland?).

Statice bahusiensis: Schonen bis Grossbritannien.

γ) Am grössten Theil der Mittelmeerküsten (sämmtlich, ausser *Juncus*, auch im österreichischen Küstenland).

Calamagrostis arenarius (*Psamma arenaria*)*:* An fast allen Küsten Europas ausser der arktischen, an der nordafrikanischen Küste bis nach Aegypten (hier var. *australis*), auch in N.-Amerika (im Binnenland stellenweise eingebürgert, also wohl nirgends ursprünglich [proanthrop]).

Triticum pungens: Küste von Dänemark bis Griechenland.

---

[1]) Nach Schmalhausen *C. pontica* = *C. maritima*: an der Ostsee, dem Schwarzen und Asovischen Meer. — Sollte es sich da wirklich um unsere Art handeln, wäre wohl anzunehmen, dass sie am Mittelmeer ausgestorben, aber früher vorhanden gewesen wäre, wenn Verschleppung oder Verwilderung in S.-Russland ausgeschlossen ist.

Carex extensa: S.-Schweden bis Madeira, längs der Mittelmeerküste bis Aegypten; eine Form auch im Capland.

Juncus pygmaeus: Jütland bis Kleinasien und N.-Afrika.

Atriplex (*Obione*) *portulacoides:* Oesel bis Spanien und längs dem Mittelmeer bis Aegypten und Vorderasien, dann auch im Capland und in N.-Amerika.

Eryngium maritimum: Küsten von ganz Europa ausser dem äussersten Norden (Norwegen bis 59° 20′), dann auch an der kolchischen Küste einerseits, an der nordafrikanischen andererseits.

Convolvulus (*Calystegia*) *soldanella:* Vom norddeutschen bis zum nordafrikanischen und kolchischen Strand, doch auch an den Küsten anderer Erdtheile weit verbreitet, so an der amerikanischen, ostasiatischen, australischen, neuseeländischen und polynesischen, also jedenfalls an den Küsten sämmtlicher fünf Erdtheile vertreten.

Unter diesen Arten werden einige, wie *Festuca thalassica*, *Polygonum Raji* und *Koeleria albescens*, sich wohl unmittelbar an der westeuropäischen Küste gebildet haben; sie haben da nahe Verwandte, die z. Th. auch im Binnenlande vorkommen; vor Allem gilt dies von den drei unter einander verwandten, doch auch sowohl im Norden als im Süden Verwandte aufweisenden *Cochlearia*-Arten. *Cakile* hat Verwandte an der gegenüberliegenden Küste N.-Amerikas, wird also auch wohl atlantischen Ursprungs sein. Auch die ganz vereinzelt stehende *Honckenya* reicht nicht nur selbst zur entgegengesetzten Küste unseres Oceans, sondern ist auch am Stillen Meer in besonderer Form, var. *maior*, entwickelt und hat dort noch in der von Pax gleich ihr mit *Alsine* vereinigten Gattung *Greniera* nähere Verwandte; ihr Ursprung ist daher muthmasslich ein nordoceanischer, da sie bis 80° n. Br. nordwärts reicht. Im Gegensatz dazu deutet *Atriplex Babingtonii* an die europäische Küste zurück und vielleicht eher nach Süden, da ausser dem auch an unserem Strand auftretenden *A. calotheca* besonders südeuropäische Arten ihm verwandt sind. Aehnlich steht es mit mehreren unter *β*) genannten Arten, während die unter *γ*) genannten Arten grossentheils im Orient weitere Verwandte haben. Da aber auch bei diesen die Wanderung um die Westküste Europas herum die wahrscheinlichste ist, können auch sie der grossen atlantischen Verbreitungs-Genossenschaft (Consortium[1]) atlanticum) angeschlossen werden, die Roth in seiner 1883 erschienenen Dissertation ausführlich besprochen hat; alle genannten Arten bilden aber innerhalb dieser Gruppe Glieder einer kleineren Genossenschaft (Associatio litoralis), die ganz auf die Küsten beschränkt blieb, während die ersten aber „nordatlantisch", die unter *β*) besprochenen allgemein „atlantisch" ihrer Verbreitung nach sind, umfasst die letzte Untergruppe Arten von mittelländisch-atlantischer Verbreitung. Die beiden aber in dem ersten Abschnitt dieser Arbeit unterschiedenen Bestände (Formationen)

[1]) Vergl. über den Begriff Consortium Naturw. Wochenschr. X. 1895. p. 227 ff. Dort finden sich ähnliche Verhältnisse an der Hand der mitteleuropäischen Waldpflanzen erörtert.

sind nicht in der Gesammtverbreitung verschieden, sondern bleiben je nach dem Standort getrennt oder mischen sich mehr oder weniger mit einander. Wir haben demnach ähnliche Erscheinungen, wie unter den Waldpflanzen; die Mehrzahl der Arten zeigt gleichmässigen Ursprung (an der atlantisch-mittelländischen Küste [vielleicht *Honckenya*[1]) ausgenommen]), auf sehr verschiedenartigem Standort findet strenge Trennung nach Beständen[2]) statt, auf weniger ausgeprägtem theilweise Mischung. Nach Süden hin nimmt wie bei den Waldpflanzen die Artenzahl zu, doch bei der Strandgenossenschaft mehr nach Südwesten, bei den Waldpflanzen stärker nach Südosten. Den Ursprung theilen auch sie (wie die Waldpflanzen) mit Pflanzen anderer Bestände (die Strandpflanzen z. Th. mit Hochmoor- und Heidepflanzen, die Waldgewächse mit Wiesen- und einigen Sumpfpflanzen).

Die Zunahme der Glieder dieser Genossenschaft nach Westen hin lehrt die Heranziehung der Pflanzenwelt des nächsten Nachbargebiets, der bei natürlicher Abgrenzung eigentlich zu Deutschland gehörigen Niederlande. Unter den Pflanzenarten, die dieser Staat vor dem deutschen Reichsantheil unseres Tieflands voraus hat (Verh. des botan. Vereins der Provinz Brandenburg. XLI. 1899. p. LV), sind mehrere dieser Genossenschaft angehörige Arten:

δ) Niederländische Glieder der Küstengenossenschaft.

Spartina stricta: An feuchten, sandigen Orten, in salzigen Sümpfen an der atlantischen Küste und im westlichen Mittelmeergebiet, nur an der Nordsee und dann (durch Belgien [England], Frankreich, Spanien und Portugal, Marokko, Italien) im österreichischen Küstenland (sowie N.- und S.-Afrika und N.-Amerika, eine Verwandte an der Küste des Mittelmeergebiets) (Ascherson-Graebner, Synopsis. II. 83).

Alopecurus bulbosus: Auf feuchten, salzreichen Wiesen in der Nähe der Nordsee, in den Niederlanden und Belgien (dann in S.-England, Frankreich, N.- und O.-Spanien) und wieder in der Provence (sowie in Italien; in einer eigenen Rasse auch in Algerien) (Ascherson-Graebner, Synopsis. II. 136 f.).

Euphorbia paralias: Von den Niederlanden an südwärts längs der ganzen Seeküste Europas bis zur Balkanhalbinsel und zum kolchischen Strand, sowie längs der nordafrikanischen Küste bis Aegypten.

Trifolium maritimum: Von den Niederlanden an südwärts um die europäische Küste mindestens bis zur Krim, dann auch bei Porto Santo (unweit Madeira).

---

[1]) Diese und möglicher Weise noch einige andere unter α genannte Arten können gar von der Küste des nördlichen Eismeeres stammen.

[2]) Ein weiterer doch wenig Samenpflanzen umfassender Bestand, dessen wichtigste Vertreter hierhergehören, wird von den Eingangs genannten Seegräsern gebildet, denn unsere beiden *Zostera*-Arten reichen um die Küste Europas herum bis zum Mittelmeer, *Z. nana* erscheint gar noch im Kapisee als Rest von dessen Vereinigung mit dem Meere her.

An diese schliesst sich hinsichtlich der Verbreitung wohl das früher auch auf Sylt beobachtete, doch wie in den Niederlanden auch in Dänemark (Läsö, Christiansö, Bornholm) gefundene *Trifolium* (*Trigonella*) *ornithopodioides* an, das an der europäischen Küste weiter bis Italien (Corsica, Lucanien, Rom), dann aber auch südwärts bis Madeira und ausserdem an der algerischen Küste beobachtet ist. Diese Art weist aber auch ein Vorkommen in Ungarn auf (Taubert in Oesterr. botan. Zeitschr. 1893. No. 11), bildet daher einen Uebergang zu einer weiteren Gruppe von Pflanzen mit:

ε) Arten, deren Hauptverbreitung an der europäischen Küste, die aber auch stellenweise im Binnenland vorkommen.

Phleum arenarium (wenig verbreitet auf Sandstellen im Binnenland): Küste bis Portugal und an einigen Stellen am Mittelmeer (Provence, Algerien), an der Adria und der Krim (Ascherson-Graebner).

Hordeum maritimum (sowohl in spanischen Steppen, als in den ungarischen Pussten und an der grossen Oase in Aegypten; aber Hauptverbreitung längs der Küste von S. und W.-Europa (auch Nordsee [hierhin also sicher längs der Küste vorgedrungen], nicht Ostsee), sowie N.-Afrika und Vorderasien, auch in Chile beobachtet (ob aber wirklich kosmopolitisch, wie Richter angiebt?).

Triticum junceum (auch in Steppen am Kaukasus, doch dann an der): Küste von ganz Europa, ausser N.-Russland und N.-Scandinavien (die sonst auf Griechenland und einige nahe Inseln beschränkte var. *sartorii* auch in Aegypten) (also wie vorige sicher längs der Küste nach Deutschland gelangt).

Lepturus incurvatus (auch in spanischen Steppen; doch Hauptverbreitung an der) Küste des Mittelmeers und von W.-Europa; nordwärts wohl kaum über das Gebiet hinausreichend [Dänemark?], daher vielleicht an unsere Ostseeküste ursprünglich verschleppt.

Juncus maritimus (vorderasiatische und spanische Steppen, dann) längs den Küsten des Mittelmeers häufig und längs der von W.-Europa bis zur südlichen Ostseeküste (also wie die vorigen zu uns längs der Küste verbreitet); dann an den Küsten und Inseln Afrikas (doch auch an Salzstellen des Caplandes, Aegyptens und Libyens), in N.-Amerika (wenig) und (häufiger) in Brasilien, Australien, Tasmanien, Neuseeland (nicht an den pacifischen Küsten Asiens und Amerikas; Buchenau in Engler's botan. Jahrb. XII. 258).

Atriplex litorale (Steppen von Mittelasien bis S.-Russland): Küsten von fast ganz Europa (in Deutschland wenigstens nicht im Binnenland, also dahin fast sicher längs der Küste gelangt).

Sagina maritima (in Thüringen wie in Algerien an Salzstellen des Binnenlandes): Hauptverbreitung an den europäischen Küsten von Norwegen und S.-Schweden bis zu den griechischen Inseln und N.-W.-Afrika.

Lepidium latifolium (bei uns tiefer im Binnenland als urwüchsig, wenigstens zweifelhaft; doch auch angegeben aus Mittelruss-

land; also möglicher Weise doch einst über das Festland verbreitet): Küste von S.-Schweden bis Aegypten und Griechenland, dann aber auch Steppen von S.-Russland bis Mittelasien; angeblich auch in Mexiko).

Statice limonium (zwar sowohl in spanischen und kaukasischen Steppen, als in den Pussten; aber doch in's Gebiet fast sicher gelangt): Längs der Küste von S.- und W.-Europa (da nur in unserem westlichen Küstengebiet und im Binnenland in Mecklenburg).

Plantago coronopus (in's Binnenland namentlich längs den Flüssen vordringend, in Russland fehlend) dagegen von der Balkanhalbinsel längs der europäischen Küste bis S.-Schweden (nahe Verwandte in den Mittelmeerländern, daher höchst wahrscheinlich zu uns längs der atlantischen Küste gewandert).

Bei allen übrigen Arten unserer Strandgewächse liegt die Annahme näher, dass sie über das Festland Europas nach Nord-Deutschland gelangten, meist zu einer Zeit, in welcher mehr steppenartiges Klima bei uns oder in Mittel-Russland herrschte; die Mehrzahl von ihnen fasse ich daher zusammen als[1]):

b) Genossenschaft mitteleuropäischer Strand-Steppenpflanzen.[2])

Triglochin †⁰ *maritima* (im Binnenland nicht selten): Nördlich gemässigte Zone (nach Ascherson-Graebner), südwärts bis Portugal, N.-Spanien (also nicht um die europäische Küste verbreitet), Catalonien, Balearen, Pisa, S.-Russland, Kleinasien, Persien, Afghanistan, Tibet, Japan, Californien, Mexiko.

*Hordeum*⁰ *secalinum* (auch Binnenland besonders auf Salzboden): Durch den grössten Theil Europas, ausser dem äussersten N.- und S.- (auch südrussische Steppen und ungarischen Pussten.)

*Scirpus*⁰ *Tabernaemontani* (auch im Binnenland weit verbreitet, besonders auf Salzboden); von Richter mit der bis Australien verbreiteten *Sc. lacustris* vereint.

*Juncus*⁰ *Gerardi* (auch im Binnenland an salzreichen Orten, wenn auch seltener); durch den grössten Theil Europas, N.-W.-Afrika, N.-Amerika (Neu-Fundland bis Florida); sehr nahe verwandt dem in Asien und Europa weit verbreiteten *J. compressus* (vergl. Buchenau's Monographie p. 187 ff.); vielleicht also nur Form salzreicher Stellen von dieser (s. o. p. 370).

---

[1]) Mit * sind im Folgenden die Arten bezeichnet, welche Laus und Schierl in ihrem Aufsatz über „Pflanzenformationen und Pflanzengenossenschaften im südlichen Mähren“ als Salzpflanzen ihres Gebiets nennen, mit † diejenigen, welche Zeiske (Abhandl. des Vereins für Naturkunde zu Cassel XLV. 1900. p. 41) von Salzwiesen Hessens nennt, die mit ⁰ bezeichneten nennt Petry von einer Salzquelle am Kyffhäuser (vergl. Drude, Deutschlands Pflanzengeographie. I. 388).

[2]) Associatio aquilonari-baltica. — Dieser Genossenschaft würde der Verbreitung nach auch die Eingangs genannte *Ruppia* wohl am besten angeschlossen werden, wenn auch ihre nächsten lebenden Verwandten zu *Potamogeton* gehören; unbedingt gehört *Naias marina* hierher. Natürlich sind diese ihrem Bau nach Wasserpflanzen, während die oben genannten Dörrpflanzen (Xerophyten) sind.

Asparagus altilis (*officinalis*) (auch im Binnenland, namentlich an Flüssen verbreitet, z. Th. wohl nur verwildert): S.- und Mittel-Europa, N.-Afrika, W-. und Mittel-Asien (nahe Verwandte besonders in den Mittelmeerländern und Vorderasien).

Atriplex hastatum var. *triangulare* (auch im Binnenland auf Salz, S.- und S.-O.-Europa), deutsch-dänische Küste (die Art ist jedenfalls im Binnenland weit verbreitet).

A. laciniatum (Steppen von S.-Russland, auch in Mittel-Russland): Küste von (S.-Schweden heimisch?) Dänemark bis England und Frankreich (Verwandte in den Steppen, also wohl auch früher im mitteleuropäischen Binnenland?).

Atriplex (*Obione*)⁰ *pedunculata* (auch an Salzstellen des Binnenlandes): Küste von den russischen Ostseeprovinzen und S.-Schweden bis England und N.-W.-Frankreich (dann aber wieder in Bulgarien, der Krim, dem Kaukasus, Sibirien und Turkestan, doch auch in Mittel-Russland).

Corispermum intermedium: Preussisch-russische Küste (doch auch angegeben aus S.-W.- und Mittel-Russland, jedenfalls nahe Verwandte in den südosteuropäisch-vorderasiatischen Steppen).

Salicornia *⁰ *herbacea* (auch an salzhaltigen Orten des Binnenlandes): Küsten von fast ganz Europa (doch auch im Binnenland, z. B. in Mähren, Niederösterreich, Ungarn und Mittel-Russland); dann über Vorder- und Mittelasien nach Indien, über Sibirien nach Amerika, sowie auch in N.- und S.-Afrika.

*Suaeda**⁰ *maritima:* Aehnlich wie vorige verbreitet, wohl kaum soweit nordwärts, aber auch noch durch Polynesien nach Australien und Neuseeland hin.

*Salsola** *kali:* Aehnlich wie vorige, doch weit häufiger (oft wohl nur als Unkraut) im Binnenlande.

Spergularia *⁰ *salina:* In der Gesammtverbreitung *Suaeda* nicht unähnlich.

*S.**⁰ *media* (*marginata*)*:* Desgl., doch ausserhalb Europas nur in Asien, N.- und S.-Amerika.

*Melilotus**⁰ *dentatus* (auch an vielen binnenländischen Salzstellen): Küste von S.-Schweden bis zu den Niederlanden (andererseits in südosteuropäischen Steppen [auch in den Pussten]).

*Trifolium*⁰ *fragiferum:* Fast ganz Europa (auch oft im Binnenland).

Lotus[1]) (*Tetragonolobus*)* †⁰ *siliquosus:* Aehnlich wie *Melilotus* verbreitet.

Althaea †⁰ *officinalis:* Desgl.

*Apium*⁰ *graveolens:* Desgl., doch ausserhalb Europas (theilweise wohl durch menschlichen Einfluss) auch von den Canaren bis Indien, sowie in N.- und S.-Amerika (eine nahe Verwandte im antarktischen Gebiet).

Bupleurum *⁰ *tenuissimum:* Aehnlich wie *Melilotus,* nur seltener.

Oenanthe Lachenalii: Desgl., doch noch seltener und nordwärts nur bis Dänemark.

---

[1]) Desgl. *L. corniculatus* var. ⁰*tenuifolius.*

*Glaux**†⁰ *maritima* (auch an salzhaltigen Stellen des Binnenlandes): Durch den grössten Theil der nördlich gemässigten Zone verbreitet, fehlt in dem südlichsten Europa.

*Samolus**⁰ *Valerandi* (auch im Binnenland nicht selten): Durch den grössten Theil Europas (ausser dem hohen Norden); dann von den Canaren über N.-Afrika nach Vorderasien und dem Himalaya, sowie in China und wieder in Australien (eine var. *americana* in Amerika weit verbreitet [vergl. Deutsche botanische Monatsschr. XV. 258]).

*Erythraea*⁰ *litoralis* (*linariifolia*) (auch im Binnenland an salzreichen Stellen): Küste von S.-Scandinavien bis N.-W.-Frankreich (dann aber wieder in S.-O.-Europa; auch in Mittel-Russland und den ungarischen Pussten).

*Plantago**†⁰ *maritima* (im Binnenland selten an Salzstellen): Küste von Finland und Island bis N.-Portugal (aber auch S.-O.-Europa, z. B. Ungarn).

Linaria odora: Auch Kurland, S.-Russland und thracische Küste (jedenfalls nicht um die atlantische Küste, weit wahrscheinlicher einst durch das heutige Mittel-Russland verbreitet).

*Aster**⁰ *tripolium* (auch an salzhaltigen Stellen des Binnenlandes): Durch den grössten Theil Europas verbreitet (auch im Innern, z. B. Ungarn).

Artemisia maritima (mindestens früher auch im Binnenland): Küste von S.-Schweden bis N.-W.-Frankreich (aber wieder in russischen Steppen; doch auch in Mittel-Russland).

Tragopogon floccosus: Ausser an der Ostseeküste nur in S.-O.-Europa (ungarische Pussten, russische Steppen; doch auch in Mittel-Russland).

Der Umstand, dass so viele Arten dieser Gruppe in weiter Entfernung von unseren Meeren vereint wieder auftreten, wie durch die hinzugefügten Zeichen angedeutet, keine der von den Pflanzen der vorher genannten Gruppe dort mit ihnen auftritt[1]), was doch oft an unserem Strande der Fall ist, zeigt, dass wir es mit einer ganz anderen Genossenschaft zu thun haben.

Da alle durch eigene Verbreitung oder die ihrer nächsten Verwandten auf S.-O.-Europa oder das angrenzende Vorderasien als Ursprungsstelle hinweisen, wird dort in den Steppen ihre Heimath sein. Sie haben sich in der Steppen-(aquilonaren) Zeit über das Festland Europas bis nach N.-Deutschland oder zur russischen Ostseeküste verbreitet, dort am Strande eine neue Heimath gefunden, sind mit Verschiebung des Strandes nach Norden weiter vorgedrungen und an diesem entlang gewandert, während

---

[1]) In Mähren treten mit den genannten noch die an unserer Küste auch zu beobachtenden *Scirpus maritimus*, *Festuca distans* und *Senebicra coronopus* auf, die im Binnenland besonders als Unkräuter oder Uferpflanzen verbreitet sind, dann aber auch weniger weit nordwärts vorgedrungene Arten, wie *Lactuca saligna* und *Scorzonera parviflora*.

sie sich im Binnenlande z. Th. nur an wenigen Orten hielten, wo sie nur wenige Mitbewerber um den Boden fanden.[1])

Wie die Zahl der Glieder der zuerst genannten Genossenschaft nach Westen und Süden zunimmt, so wächst die Artenzahl aus dieser Gruppe nach Süden und Südosten. In Mittel-Deutschland gehören dazu die meisten Pflanzen, die Ascherson von Salzstellen des Binnenlandes im Anschluss an die Strandpflanzen (in Leunis Synopsis) nennt; eine grössere Zahl Glieder dieser Genossenschaft, die nicht über S.-Mähren nordwestwärts gehen, nennen Laus und Schierl in ihrer genannten Arbeit.

Während wir in der zuletzt besprochenen Pflanzengruppe Arten haben, die im Binnenlande Restpflanzen aus einer trockeneren Zeit zu sein scheinen, werden einige wenige Arten unserer Strandbestände wohl eher als Reste einer kälteren Zeit aufgefasst werden müssen. Sie sind nach ihrer Gesammtverbreitung:

c) Arktisch-alpine Arten.[2])

Scirpus parvulus (Salzstellen): W.-Europa (s. o. p. 371) (doch auch Alpen und Pyrenäen) und N.- (und S.- ?) Afrika; auch N.-Amerika.

S. rufus: Strand (und Salzstellen des Binnenlandes): Wesentl. N.-W.- und W.-Europa[3]), doch auch Sibirien und Daurien.

Salix daphnoides: S. o. p. 376.

Rosa pimpinellifolia: W.-Europa bis Schottland und Island (dann auch Gebirge von Frankreich).

Hippophaes rhamnoides: S. o. p. 375 f.

Die Zahl dieser Arten ist zu gering, um hier zur Begründung einer eigenen Genossenschaft Veranlassung zu geben, zumal da sie für den Strand nicht von hervorragender Bedeutung sind und bei einigen von ihnen auch die arktisch-alpine Verbreitung nicht klar hervortritt. Ihre wichtigsten Genossen sind die Bewohner der Hochmoore.[4]) Sie zeigen hier aber eine Vermischung verschiedener Genossenschaften innerhalb eines Bestandes.

Während die beiden in den ersten Theilen dieser Arbeit unterschiedenen Bestände also wesentlich durch die Standortsverhältnisse[5]) bedingt sind, treten in beiden hauptsächlich Glieder

---

[1]) Denn die Salzpflanzen (Halophyten) sind nicht Salzfreunde (Halophile), sondern darum besonders reichlich auf Salzboden, weil die Mehrzahl der Pflanzen Salzfeinde (Halophobe) sind.

[2]) Einige Beziehungen zu dieser Gruppe zeigt auch *Festuca distans*, der diese mit der vorigen Gruppe verbindet, aber überhaupt im Binnenlande zu häufig ist, um als bezeichnende Strandpflanze zu gelten, in Alpenthälern aber 660 m hoch steigt und auch bis Sibirien und N.-Amerika verbreitet ist.

[3]) Der gleichfalls wesentlich westeuropäische *S. pungens*, der auch in Alpenländern vorkommt, überhaupt wesentlich Uferpflanze ist (ebenso *S. triqueter*), schliesst sich hier noch am nächsten an. — Ueber den wahrscheinlich auch hierher gehörigen *Juncus balticus* vergl. p. 370 f.

[4]) Vor Allem aber treten südwärts vom norddeutschen Tiefland in den Gebirgen zahlreiche Pflanzenarten auf, die mit diesen zu einer Genossenschaft gehören, gleich ihnen Reste aus den Eiszeiten sind.

[5]) Die ganze Küste von N.-W.-Deutschland, vom Dollart bis zur Elbmündung, ist von Marschen gebildet, ihr Strand daher schlickig, mit Ausnahme vom Vorgebirge Dungast und der Heide, nebst den niedrigen Dünen bei Duhnen unweit Cuxhafen; nur an diesen beiden Stellen können daher

zweier Genossenschaften, doch mit einander gemischt, auf. Die echten Strandpflanzen nehmen an Zahl nach Westen zu, einige von ihnen sind daher bei uns auf den Nordseestrand beschränkt; die Steppenpflanzen unseres Strandes dagegen sind an der Ostsee zahlreicher als an der Nordsee.

Neben Gliedern dieser zwei deutlich erkennbaren Genossenschaften, die auch beide ähnlich unter den wenigen meeresbewohnenden Gefässpflanzen [1]) zu unterscheiden sind, sind nur wenige andere Arten für unseren Strand bezeichnend; diese zeigen meist arktisch-alpine Verbreitung, sind z. Th. also auch im Inneren Mittel-Europas so verbreitet, dass selbst bei einem Klima, wie dem heutigen, ihre Uebersiedelung vom Binnenlande aus an den Strand möglich wäre.

Neben den näher besprochenen Arten treten sehr zahlreich Varietäten binnenländischer Arten am Strande auf, von denen einige wohl als werdende Arten zu betrachten [2]), daher hinsichtlich ihrer näheren Verbreitung weiter zu beachten sind. Hoffentlich werden die weiteren Theile von Gürke's Bearbeitung der „Plantae europaeae" die Verbreitungsverhältnisse dieser Unterarten und Formen soweit berücksichtigen, dass auch ihre Gesammtverbreitung leicht festzustellen ist für einen Pflanzenfreund, dem nicht die Hilfsmittel grosser Herbarien und Bibliotheken zur Verfügung stehen; die Bearbeitung der *Monocotyledones* von Richter in diesem Werke reicht dazu leider nicht aus.

Während die Verbreitung der zuerst unter a) besprochenen Genossenschaft sich aus den heutigen Vertheilungs-Verhältnissen von Land und Wasser erklären lässt, ist das bei den anderen unter b) und c) genannter Arten nicht ganz der Fall; hier müssen wir die Geschichte, also die einstige andere Verteilung von Land und Wasser und das daher einst andere Klima zur Erklärung heranziehen; die Glieder der ersten Genossenschaft sind daher wohl z. Th. erst verhältnissmässig neuere Einwanderer an unserer Küste, besonders die auf die Nordseeküste beschränkten, während die gerade nur an der Ostseeküste heimischen Arten in weit früherer Zeit unser Gebiet erreichten.

---

echte Sandstrandpflanzen sich dort einfinden, während sonst dort Küstenpflanzen im engeren Sinn auftreten (Buchenau, Flora der ostfries. Inseln. 3. Aufl. p. 14).

[1]) Ueber die Beziehungen der Brackwasserpflanzen zu den eigentlichen Seegräsern einerseits, zu den Wasserpflanzen des Binnenlandes andererseits vergl. Warming, Oekologische Pflanzengeographie. p. 150. — In diesem Werke namentlich ist auch ausführlich auf den an sich auffallenden, dennoch aber leicht erklärlichen Zusammenhang zwischen Steppen und Strandpflanzen eingegangen.

[2]) Aehnlich wie die oben genannte *Koeleria albescens* (vielleicht richtiger *K. arenaria* Dumort.), bei der selbst Zweifel herrschen, ob sie sich *K. cristata* oder *glauca* von den schärfer geschiedenen (also wohl auch wirklich älteren) Arten näher anschliesst. Vgl. über diese und den ebenfalls besprochenen *Lepturus* auch Buchenau in Abh. Nat. Ver. Bremen. XV. 1901. p. 285—2 6.

Laubmoos-Miscellen.

Von

Th. Herzog

in Freiburg i. B.

In folgender Zusammenstellung beabsichtige ich, diejenigen Funde bekannt zu geben, die in keiner anderen meiner geschlossenen Arbeiten Platz finden konnten, theils weil sie erst nach Abschluss der betreffenden Veröffentlichungen bestimmt oder gefunden wurden, theils auch, weil die vereinzelten Fälle eine gesonderte Publication nicht gelohnt hätten.

1. *Dicranum fulvum* Hook. Dieses im nördlichen Schwarzwald häufige Moos fand ich neu für das Hegau auf einem Basaltblock des Ballenbergs beim Hohenhöwen (September 1900).

2. *Campylopus Schimperi* Milde, wächst am „Thor" über der Baumgartenalp in den Glarneralpen (Schweiz) scheinbar auf Kalk. Es ist hier aber durch die vermodernde Grasdecke ein recht kalkarmer Untergrund geschaffen, auf dem er zusammen mit *Dicranum neglectum* kümmerlich gedeiht. Ich fand ihn hier im October 1900 bei ca. 2000 m.

3. *Campylopus atrovirens* de Not. entdeckte ich noch an einem zweiten Standort im Canton Uri (vergl. Bulletin de l'Herbier Boissier 1901, Tome I.) an Gneisfelsen beim Eingang ins Erstfelderthal (westlich vom Reussthal) im Spätherbst 1900; er wächst hier mit *Tortella fragilis.*

4. *Didymodon ruber* Jur. c. frct! Diese überaus grosse Seltenheit entdeckte ich Ende October 1900 auf der Grapplialp unter der Rautispitze, Canton Glarus bei ca. 1480 m in schönen Rasen mit zwei alten, schlecht erhaltenen Sporenkapseln; er wächst hier zusammen mit üppigen Rasen von *Orthothecium rufescens* c. frct. und *O. intricatum.* Es ist dies der zweite Standort für Fruchtexemplare in der Schweiz.

5. *Trichostomum Warnstorfii* Limpr. ist im ganzen Flussgebiet des Rheins auf Kalk am Ufer des Stromes verbreitet; ich traf es im Sommer 1899 am Ufer des Bodensees auf Kalkblöcken bei Bad-Schächen (Bayern). Später sah ich es noch vielfach am Rhein auf der Strecke zwischen Rheinweiler und Sasbach

(Baden); auch Herr Apotheker W. Baur fand dasselbe bei Ichenheim am Rhein, und wahrscheinlich fehlt es auch auf den zwischenliegenden Strecken nicht, soweit Kalk zum Aufbau der Rheindämme verwendet wurde. Eine ganz ähnliche Verbreitung besitzt *Fissidens grandifrons*.

6. *Trichostomum Bambergeri* Schimp. Diese seltene Art entdeckte ich am 12. Januar 1901 an Mauern in Altdorf (Canton Uri), wo sie stellenweise ziemlich häufig wächst. In der Litteratur ist sie, soviel ich weiss, noch nicht für die Schweiz angegeben, doch sah ich im Herbar Geheeb Exemplare „am Weg nach dem Faulhorn“ von C. Grebe 1890 gesammelt; dieselben stimmen mit den meinigen vollkommen überein.

7. *Grimmia tergestina* Tomm., neu für Baden, traf ich im Herbst 1900 an Kalkfelsen im Donauthal zwischen Beuron und Burg Wildenstein. Die Art ist nicht selten im Jura; ich beobachtete sie auch schon im Münsterthal (Berner Jura), wo sie an fast allen sonnigen Kalkfelsen auftritt.

8. *Amphidium lapponicum* Hedw. Auf Urgestein in den Alpen ziemlich verbreitet. Ziemlich häufig findet es sich im Erstfelderthal (Canton Uri) an Felsen zwischen 1400—1800 m; Spätherbst 1900.

9. *Webera carinata* Brid. fand sich noch in der Nachlese meiner Graubündner Moose vom Jahr 1899 (vergl. Mémoires de l'Herbier Boissier, No. 2); Herr R. Ruthe (Swinemünde) hatte die Freundlichkeit, mir die Art zu bestimmen, da ich sie, weil steril, nirgends mit Sicherheit unterzubringen wusste. Der Standort liegt am Medjekopf gegen Verstankla in der Silvretta bei ca. 2300 m (August 1899).

10. *Timmia austriaca* Hedw. sammelte ich Ende October 1900 reichlich fruchtend zwischen Gras an Kalkfelsen unterhalb der Rautialp (Canton Glarus) bei ca. 1580 m.

11. *Brachythecium Rotaeanum* de Not. fand ich im Frühjahr 1900 an der Rinde eines alten Weidenbaums im Körschthal unweit Esslingen in Württemberg. Die Pflanzen waren in gutem Fruchtzustand und über und über mit Sporogonen bedeckt. Die Form steht entschieden der typischen näher als der var. *cylindroides*, die schon an mehreren Stellen in Deutschland gefunden wurde. Die Pflanze ist neu für Württemberg!

12. *Eurhynchium crassinervium* Tayl. var. *turgidum* Mol. nahm ich in schönen Exemplaren an Sandsteinfelsen neben der Lichtenthaler Allee in Baden-Baden auf. Die Pflanzen zeichnen sich durch kätzchenförmige Beblätterung des Stengels und bedeutendere Grösse vor der gewöhnlichen Form aus.

13. *Eurhynchium germanicum* Grebe. Von dieser nur wenig verbreiteten Art fand ich im Juni 1898 den zweiten Standort für die Vogesen. Derselbe befindet sich unweit der „Schlucht“ auf der Seite gegen das Hoheneck auf einem alten Baumstamm. Im Sommer 1900 wurde der dritte Standort auf Granit an den Spitzköpfen von C. Müller (Freiburg) aufgefunden.

14. *Hypnum sulcatum* Schimp. var. *subsulcatum* Schimp. Echtes Kalkmoos! Fand ich im Gneisgebiet des Erstfelderthals auf einzelnen, zertreut liegenden Kalkblöcken bei ca. 1350 m (ster.).

15. *Hypnum irrigatum* Zett. wächst in prachtvollen Exemplaren in dem kleinen Verbindungsbach zwischen Obersee und Haslesee bei Näfels im Canton Glarus, wo ich es Ende October 1900 aufnahm.

16. *Hypnum Vaucheri* Lesqu. var. *coelophyllum* Mol. findet sich häufig mit *Myurella julacea* auf dem Gipfel des Mont Tendre im Waadtländer-Jura, ca. 1680 m, und ist, soviel ich weiss, in dieser Varietät im Jura noch nicht gefunden (März 1900).

Freiburg i. B., 16. April 1901.

Gebr. Gotthelft, Königl. Hofbuchdruckerei, Cassel.

Ueber die Frucht-Anatomie der *Scrophulariaceen.*

Von

A. Weberbauer.

Mit 1 Tafel.

Wie in einer früheren Arbeit*), so soll auch hier vor allem unsere Kenntniss des anatomischen Baues der Bewegungsgewebe, welche bisher noch ziemlich lückenhaft ist, erweitert werden. Bekanntlich sind die Früchte der *Scrophulariaceen* allermeist Kapseln und diese wiederum zum grössten Theile durch deutliche Imbibitionsbewegungen ausgezeichnet. Aber auch andere Fruchtformen erschienen mir einer anatomischen Untersuchung würdig, weil die anatomische Struktur der Früchte in der Systematik noch wenig beachtet worden ist. Ich habe wiederum so weit als möglich von jeder Gattung eine Art berücksichtigt. Von den 194 *Scrophulariaceen* - Gattungen, welche Wettstein in Engler-Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien IV, 3 b, p. 39 und Nachträge hierzu, 1897 p. 293, 1900 p. 70 anführt, konnte ich 143 untersuchen.

Von Arbeiten, welche anatomische Darstellungen von *Scrophulariaceen*-Früchten enthalten, kenne ich aus der neueren Litteratur folgende:

1. Steinbrinck, Untersuchungen über die anatomischen Ursachen des Aufspringens der Fruchte. [Dissertation.] Bonn 1873.
2. Ders., Untersuchungen über das Aufspringen einiger trockenen Pericarpien (Botanische Zeitung. 1878.)
3. Ders., Ueber einige Fruchtgehäuse, die ihre Samen in Folge von Benetzung freilegen. (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. I. 1883. p. 339.)
4. Ders. Ueber die anatomisch-physikalische Ursache der hygroskopischen Bewegungen pflanzlicher Organe. (Flora. 1891. p. 193.)
5. Leclere du Sablon, Recherches sur la déhiscence des fruits à péricarp sec. (Ann. d. sc. nat. Sér. VI. Bot. Tome XVIII. 1884).

*) Weberbauer, A., Beiträge zur Anatomie der Kapselfrüchte. (Botanisches Centralblatt. Bd. LXXIII. 1898.)

I. Specieller Theil.

Die untersuchten Früchte werden hier in derselben Reihenfolge besprochen, in welche die betreffenden Gattungen von Wettstein (l. c.) gebracht worden sind. Neben der Beschreibung des anatomischen Baues findet der Vollständigkeit halber auch der allgemeine biologische Charakter kurze Erwähnung, wiewohl hiermit in der Hauptsache Bekanntes wiederholt wird; ferner werden die Imbibitionsbewegungen beschrieben und bei starker Beweglichkeit ihre Erklärung aus dem anatomischen Bau versucht; letztere stützt sich in vielen Fällen auf Experimente, welche ich noch etwas weiter ausdehnen würde, wenn ich nicht durch andere Aufgaben genöthigt wäre, den Abschluss dieser Untersuchungen zu beschleunigen.

Die folgende Darstellung der anatomischen Verhältnisse bezieht sich in der Regel nur auf den oberen Theil der Frucht und passt allermeist auf das oberste Drittel; hier und da beschränkt sie sich auf eine noch kleinere Region oder berücksichtigt aus bestimmten Gründen auch den unteren Theil, was dann ausdrücklich hervorgehoben werden soll.

Die Scheidewand habe ich gewöhnlich nur dann anatomisch untersucht, wenn dieselbe bei den Imbibitionsbewegungen betheiligt zu sein schien.

Bei fast allen *Scrophulariaceen*-Früchten wird der äussere Theil der Fruchtwand von unverholztem Gewebe gebildet, dessen Wände, von der äussersten Schicht, der typisch gebauten Epidermis abgesehen, zart oder nur mässig verdickt sind.

Der innere Theil, welchen ich im folgenden allein berücksichtige, pflegt aus derbwandigen, gewöhnlich verholzten Elementen zu bestehen, welche in einer oder mehreren Schichten vorhanden sind; diese bilden den inneren Abschluss der Fruchtwand oder werden, was seltener vorkommt, auf ihrer Innenseite von einer unverholzten zartwandigen oder an den Innenwänden etwas verdickten Zellschicht bekleidet.

Die öfters zu verwendenden Ausdrücke „längs", „quer", „schief" bezeichnen überall tangentiale Richtungen und dürften hiermit hinreichend erklärt sein.

Faserförmig nenne ich solche Zellen, bei welchen die Ausdehnung in einer tangentialen Richtung stark überwiegt und die Radialwände gerade oder nur wenig verbogen sind.

Verbascum Thapsus L.

Die annähernd kuglige Kapsel zur Reifezeit längs der Scheidewand bis zum Grunde gespalten, und jede der beiden hierdurch gebildeten Klappen durch einen kurzen medianen Spalt an der Spitze 2 lappig. In trockenem Zustand die Kapsel geöffnet, indem sowohl die beiden langen als auch die beiden kurzen Spalten klaffen. Die feuchte Kapsel vollständig geschlossen oder ein enger Spalt zwischen den Scheidewandhälften erhalten bleibend.

Die innersten Schichten (4—5) aus derbwandigen und verholzten Zellen bestehend. Die Elemente der innersten Lage

schlanke geradwandige Fasern, welche schief orientirt sind und zwar so, dass sie von der Ansatzlinie der Scheidewand nach der Mittellinie (Rückennaht) des Fruchtblattes absteigen. In der äussersten verholzten Zellschicht isodiametrische Zellformen oder schwache Streckung senkrecht zur Faserrichtung der innersten Lage, die Radialwände bald gerade, bald unregelmässig verbogen. Die mittleren verholzten Schichten in Form und Orientirung der Zellen Uebergänge zwischen der äussersten und innersten bildend, jedoch mehr der ersteren gleichend.

Die Imbibitionsbewegungen sind auf die Verschiedenheiten, welche hinsichtlich der Stellung der Radialwände zwischen Innen- und Aussenseite des mechanischen Gewebes bestehen, zurückzuführen. Eine ähnliche Erklärung giebt Leclerc (l. c.) (Vgl. *Leucophyllum*).

Celsia orientalis L.

In den morphologischen und anatomischen Eigenthümlichkeiten der Früchte *Verbascum* sehr nahestehend, aber anscheinend die Früchte meist spät oder überhaupt nicht geöffnet, und daher die Samen erst nach Zerstörung der Fruchtwand frei werdend.

Die Wandverdickungen sehr kräftig, die Zelllumina stark eingeengt. In der zweitinnersten Schicht die Radialwände in den Mittellamellen und deren Umgebung wellenförmig verlaufend und die tangentialen Wandflächen etwa isodiametrisch. Die äusserste verholzte Lage mit völlig geraden Radialwänden versehen.

Staurophragma anatolicum Fisch. et Mey.

Die Kapsel, von schlank cylindrischer Gestalt, ebenfalls lange, meist wohl dauernd, geschlossen bleibend. Im anatomischen Bau eine noch grössere Aehnlichkeit mit *Verbascum* als bei *Celsia*.

Leucophyllum ambiguum Humb. et Bonpl.

Die reife Frucht längs der Scheidewand bis zum Grunde und ebenso oder fast ebenso tief in der Mittellinie eines jeden Fruchtblattes spaltend, also 4klappig. Die trockene Kapsel weit geöffnet, die feuchte völlig geschlossen.

Der anatomische Bau in der Hauptsache derselbe wie bei *Verbascum*. Die Fasern der innersten Schicht sehr niedrig. Die Zellen der äussersten verholzten Schicht, kleiner und englumiger als die der zweitinnersten, ferner häufig leicht gestreckt und zwar schief, von der Rückennaht des Fruchtblattes nach der Scheidewand hin absteigend, somit gekreuzt mit den Fasern der innersten Schicht; in der zweitinnersten Lage aber hinsichtlich der tangentialen Ausdehnung keine bestimmte Regel herrschend.

Wenn man die Fasern der innersten Schicht fortpräparirt, so hat dies keine Veränderung der Imbibitionskrümmungen zur Folge. Die innerste Schicht spielt somit im Mechanismus keine wesentliche Rolle. Ausschlaggebend ist vielmehr offenbar der Antagonismus zwischen Innen- und Aussenseite des übrigen verholzten Gewebes. Aus der geringen Zellgrösse in der äussersten

Schicht ergiebt sich eine stärkere Anhäufung radial gestellter Wände. Diese sind aber besonders zahlreich in einer bestimmten Richtung (siehe oben) anzutreffen. Hieraus erklärt sich das Ueberwiegen der tangentialen*) Schrumpfung und Quellung auf der Aussenseite des verholzten Gewebes und deren Hauptrichtung.

Anticharis arabica (Steud. u. Hochst.) Endl.

Die reife Kapsel längs der Scheidewand bis zum Grunde gespalten, langs der Rückennähte nur im oberen Theile, oberhalb der Mitte; trocken geöffnet, feucht geschlossen.

Die innerste Schicht, aus unverholzten meist quergestreckten Zellen bestehend; ihre Wände zart, abgesehen von den etwas derben Innenwänden, die Radialwände gerade oder leicht verbogen. Die nächstfolgende Schicht von verholzten, starkwandigen Zellen gebildet, deren Radialwände in steilen quergestreckten Wellen verlaufen. Ueber dieser Lage nur noch vereinzelt oder in kleinen Gruppen verholzte, derbwandige Zellen. Mechanisch wirksam ist in dieser Frucht offenbar nur die zweitinnerste Schicht, in deren Zellen Innen- und Aussenseite sich in Bezug auf Quellung und Schrumpfung verschieden verhalten müssen. In der Zellform gelangen diese Verschiedenheiten nicht zum Ausdruck: durch die quergestreckten Wellen der Radialwände erscheint die Contraction in der Längsrichtung innen ebenso begünstigt wie aussen. Die Entfernung der Scheidewand übt keinen wesentlichen Einfluss auf die Imbibitionskrümmungen aus.

Aptosimum abietinum Burch. (Fig. 1)

Die im unteren Theile kuglige Kapsel nahe ihrem oberen Ende scheibenförmig verjüngt, senkrecht zur Scheidewand zusammengedrückt. Längs der Scheidewand ist die Kapsel fast bis zum Grunde gespalten, längs den Rückennähten der Carpelle nur im obersten Theil.

Schon Schinz**) gab an, dass sich die Früchte verschiedener *Aptosimum*-Arten bei Befeuchtung öffnen, in trocknem Zustande jedoch geschlossen bleiben. Eine Erklärung des Mechanismus ist jedoch meines Wissens bisher noch nicht gegeben worden.

Die 4—6 innersten Schichten aus derbwandigen und verholzten Zellen mit gewellten Radialwänden bestehend. Die Elemente der innersten Lage weit niedriger als die übrigen und quer oder schief gestreckt, während in den darüberliegenden verholzten Schichten isodiametrische Zellformen herrschen. Diesen 4—6 innersten Schichten aussen angelehnt und etwas eingesenkt die Leitbündel. Dieselben auf ihrer Innenseite begleitet von Strängen derber und verholzter Zellen, welche faserförmig, geradwandig, den Leitbündeln parallel orientirt und somit ganz anders gestaltet sind als die vorhin beschriebenen Elemente. Die Hauptleitbündel in der Längsrichtung verlaufend und auch die

*) Auf das ganze Gewebe, nicht auf die einzelnen Zellwände bezogen.
**) Abh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. XXXI (1889). p. 186.

Anastomosen und blinden Zweige sich annähernd längs, nie ausgesprochen quer stellend.

Dieser anatomische Befund legt die Vermuthung nahe, dass die Fasern auf der Innenseite der Leitbündel als Widerstandselemente gegenüber Quellung und Schrumpfung der darunter liegenden Schichten wirken. Die letzteren für sich allein unterliegen jedenfalls tangentialer Quellung und Schrumpfung nach allen Richtungen in gleichem Masse. Der durch die Fasern ausgeübte Widerstand kann aber nur in der Längsrichtung wirken. Diese Vermuthung konnte durch das Experiment bestätigt werden: An einer trockenen, dem Herbar entnommenen Frucht entfernte ich von der Spitze des einen Carpells das äussere zarte Gewebe und kratzte dann vorsichtig die Gefässbündel mit den sie begleitenden Fasern heraus. Als nun die Kapsel in Wasser gelegt wurde, öffnete sich das präparirte Fruchtblatt nur sehr wenig, während das andere, unversehrte weit klaffte. Zu einem gleichwerthigen Ergebniss führte ein zweiter Versuch; Eine dem Herbar entnommene, trockene Frucht wurde in Wasser gelegt, bis sie weit geöffnet war. Beide Fruchtblätter glichen sich hinsichtlich der Oeffnungsweite vollständig. Nun wurde das eine in derselben Weise wie beim ersten Versuche von Leitbündeln und Fasern befreit. Die Folge war, dass bald die Lappen dieses Fruchtblattes einander weit näher standen als die des anderen, unversehrten.

Das Oeffnen der Kapsel von *Aptosimum abietinum* geschieht schon 3 Minuten nach der Benetzung mit kaltem Wasser. Lässt man dann die Kapsel noch länger in Wasser liegen, so sieht man merkwürdiger Weise wieder eine Annäherung der Klappen eintreten, und nach etwa einer Stunde ist die Frucht vollständig geschlossen, und bleibt dies auch, wenn sie getrocknet und wieder benetzt wird. Offenbar wird also der Widerstand der Fasern durch das Aufquellen der übrigen derben Zellen allmählich überwunden; es vollziehen sich aber bei diesem einmaligem Aufquellen dauernde Veränderungen, die sich nicht mehr rückgängig machen lassen.

Peliostomum virgatum E. Mey.

Die Kapsel (nach Wettstein l. c.) septicid mit tief zweispaltigen Klappen. Die Früchte, welche mir zur Verfügung standen, waren noch nicht ganz reif und noch völlig geschlossen.

Die beiden innersten Schichten aus derben und verholzten Zellen zusammengesetzt. Die Zellen der innersten Lage sehr niedrig, schief gestreckt, von der Scheidewand nach der Rückennaht des Fruchtblattes absteigend, mit geraden oder leicht verbogenen Radialwänden versehen. In der nächstfolgenden Schicht Zellhöhe und Wanddicke beträchtlicher; die Radialwände wellenförmig verlaufend, nur die in die Querrichtung fallenden häufig gerade.

Alonsoa acutifolia Ruiz et Pav.

Kapsel in ihrem unteren Theile (der unteren Hälfte oder noch höher hinauf) zusammenhängend, oben längs der Scheide-

wände gespalten; ausserdem an der Spitze eines jeden Fruchtblattes ein sehr kurzer medianer Spalt. Trocken die Frucht weit geöffnet, feucht geschlossen.

Die beiden innersten Schichten aus derbwandigen und verholzten Zellen gebildet. Die Elemente der innersten Lage faserförmig, mit geraden oder schwach verbogenen Radialwänden versehen, in der äussersten Spitze schief orientirt, von der Ansatzlinie der Scheidewand nach der Rückennaht absteigend, weiter unter nur in der Nachbarschaft der Scheidewand ebenso, im übrigen quer gestellt. Die nächstfolgende Lage aus etwas höheren und derbwandigeren Zellen zusammengesetzt, deren Radialwände innen deutlich wellig, aussen schwächer wellig bis gerade verlaufen; in der Nähe der Spitze die Zellen dieser Lage meist so gestreckt, dass sie sich mit den Fasern der innersten Schicht kreuzen.

Die Entfernung der innersten Lage hat keine wesentliche Veränderung der Imbibitionskrümmungen zur Folge. Der Antagonismus, welcher zwischen Innen- und Aussenseite der zweitinnersten Schicht besteht, dürfte durch die Verschiedenheiten im Verlauf der Radialwände bedingt sein.

Angelonia angustifolia Benth.

Das Aufspringen hier wahrscheinlich unterbleibend oder unregelmässig geschehend. Die beiden innersten Schichten aus verholzten Zellen aufgebaut, welche in der inneren Lage geringe Wandverdickungen und leicht gewellte Radialwände, in der äusseren derbere Wandverdickungen und stärker gewellte Radialwände aufweisen. In beiden Lagen radiale Abplattung und isodiametrische Gestalt der tangentialen Wandflächen.

Diascia capsularis Benth.

Die reife Kapsel septicid bis zum Grunde, ausserdem im obersten Theile loculicid. Die beiden Lappen eines jeden Fruchtblattes an der trockenen Kapsel divergirend und oft gleichzeitig gewunden, nach der Befeuchtung sich gerade streckend und aufrichtend, wobei sie einander so nahe rücken, dass ihre Ränder sich berühren. Der Samenausfall auf diese Weise verhindert oder doch wesentlich erschwert, trotzdem die beiden Fruchtblätter auch nach der Befeuchtung (wenigstens in den untersuchten Fällen) divergiren, also in ihrem oberen Theile nicht in Berührung stehen.

Die beiden innersten Lagen durch derbe und geradwandige, verholzte Zellen gebildet, und zwar die innere aus niedrigen, schief gestellten (von der Scheidewand nach der Rückennaht absteigenden) Fasern, die äussere aus weit höheren, oft in radialer Richtung am stärksten ausgedehnten, aber unter einander bezüglich der Höhe sehr verschiedenen Elementen; die tangentialen Wandflächen meist etwas gestreckt und zwar so, dass sie die Fasern kreuzen.

Vermuthlich besteht zwischen den beiden derben Schichten ein Antagonismus, welcher die Imbibitionsbewegungen herbeiführt. Versuche wurden nicht angestellt.

Hemimeris montana L. (Fig. 2).

Die reife Kapsel längs der Scheidewand bis zum Grunde, in der Rückennaht von der Spitze bis etwa zur Mitte gespalten; die Scheidewandhälfte des einzelnen Fruchtblattes (also seine Bauchseite) bleibt fast ganz ungetheilt. Die feuchte Frucht vollständig geschlossen und ihre beiden Carpelle sich bis fast zur Spitze berührend. Beim Austrocknen im oberen Theile eines jeden der nunmehr spreizenden Fruchtblätter über der Rückennaht eine rundliche Oeffnung entstehend und zwar in der Weise, dass jeder der beiden Fruchtblattlappen sich während des Austrocknens convex krümmt um eine zur Rückennaht senkrechte Achse.

Die beiden innersten Lagen aus derbwandigen, verholzten Zellen zusammengesetzt, die innere aus niedrigen, geradwandigen, quergestellten Fasern, die folgende aus weit höheren Zellen, welche mit starken Wandverdickungen versehen sind in der Weise, dass nur der äusserste Theil der Radialwände und die Aussenwände verhältnissmässig dünn bleiben und das Lumen auf einen winzigen Hohlraum im äusseren Theil der Zelle beschränkt wird; die Radialwände wellig und diese Wellen in der Nachbarschaft der Rückennaht senkrecht zu dieser ausgedehnt, anderwärts nach allen Seiten ausstrahlend. Etwas abweichend gebaut eine sehr schmale Zone längs der Rückennaht. Hier der innere Theil der Fruchtwand von einem mehrschichtigen Bündel längsgestellter Faserzellen eingenommen, welches beim Oeffnen der Kapsel halbirt wird.

Versuche:

1. Eine Fruchtblatthälfte wurde von der Scheidewand befreit und dann der Länge nach in 4 Streifen gespalten; der eine von diesen Streifen, dem dorsalen Spalt angrenzend, war weit schmäler als die übrigen und enthielt nur diejenige Zone, in welcher die innersten Zellen ein Faserbündel bilden. Dieser Streifen war von nun an nur noch sehr schwachen Imbibitionsbewegungen unterworfen, während die übrigen sich nach wie vor krümmten.

2. Wurde die zweitinnerste Schicht isolirt, von den innerhalb und ausserhalb befindlichen Zellen befreit, so führte sie für sich allein nahezu dieselben Imbibitionsbewegungen aus wie die unversehrte Fruchtwand.

Hieraus ergiebt sich, dass die zweitinnerste Schicht allein das Bewegungsgewebe darstellt.

Die Richtung der Krümmung dürfte in derjenigen Längszone der Fruchtblatthälfte, welche dem Faserbündel benachbart ist, durch die Querrichtung der Radialwandzellen beeinflusst werden.

Das Ueberwiegen der Quellung und Schrumpfung auf der Innenseite, welches in den Imbibitionsbewegungen zum Ausdruck kommt, hängt wahrscheinlich mit der Dickenzunahme radial geschichteter Wandmassen nach innen hin zusammen.

Calceolaria chelidonioides H. B. K.

Kapsel im oberen Theile bald mehr, bald weniger tief septicid und loculicid, trocken weit geöffnet, feucht weniger weit geöffnet, aber immer noch mit auswärts gebogenen Klappen.

Innerste Schicht, an den Klappenrändern 2 bis mehrere innere Schichten, aus verholzten und mässig derbwandigen Zellen bestehend. Die verholzten Zellen geradwandig, quergestreckt, nur an den Klappenrändern durch schiefe Streckung in Längsstreckung übergehend. In den quergestreckten Zellen der Dickendurchmesser vom Höhendurchmesser übertroffen.

Nemesia chamaedrifolia Vent.

Kapsel quergestutzt, bis zum Grunde septicid und im obersten Theile ganz kurz loculicid, trocken wie feucht geöffnet, in letzterem Falle weniger weit, aber hinreichend für das Ausfallen der Samen, zumal diese abgeplattet sind.

Die beiden innersten Schichten aus verholzten, derb- und geradwandigen Faserzellen zusammengesetzt. Fasern der innersten Lage schief gestellt, von der Ansatzlinie der Scheidewand zur Rückennaht absteigend, Fasern der nächstfolgenden Schicht mit den vorher genannten gekreuzt. Abweichungen von dieser vorherrschenden Struktur im obersten Theile der Frucht (Zahl der derben und verholzten Schichten bis 5, Zellen derselben meist quergestreckt) und in der nächsten Umgebung der Rückennaht (unregelmässige Orientirung der derbwandigen, verholzten Elemente). Ueberall die Zellhöhe von innen nach aussen zunehmend.

Diclis petiolaris Benth.

Kapsel bis fast zum Grunde loculicid und in der oberen Hälfte septicid, feucht geschlossen, trocken geöffnet (durch Spreizen der Klappen, ohne deutliche Krümmung derselben), und querrunzelig. Zellen der innersten Schicht zartwandig, unverholzt, quer gestreckt. Zellen der nächstfolgenden Schicht geradwandig, quergestreckt, ihre Aussenwände zart, radial und besonders Innenwände stark verdickt. Die Verdickungsmassen in der Nähe der Mittellamelle gelblich und verholzt, im Uebrigen farblos und unverholzt.

Cymbalaria muralis Baumg.

An jedem Fruchtblatte etwas unterhalb der Spitze ein Querriss entstehend. Von diesen nach unten mehrere (gewöhnlich 4) Längsrisse ausgehend, oft auch einige Längsrisse nach oben. Durch den Querriss und die unteren Längsrisse aus jedem Fruchtblatt einige (meist 3) mittlere Streifen herausgeschnitten, welche hygroskopisch beweglich sind und zwei seitliche, unbewegliche, mit der Scheidewand verbundene. Die beweglichen Streifen in trockenem Zustande nach aussen gekrümmt, feucht die Frucht verschliessend.

Die beiden innersten Schichten verholzt, Zellen der innersten sehr niedrig, mit gleichmässiger Wandverdickung und verbogenen bis geraden Radialwänden; ihre tangentialen Wandflächen von wechselnder Gestalt, bald isodiametrisch, bald nach dieser oder

jener Richtung gestreckt. Elemente der zweitinnersten Lage weit höher, ihre Höhe den Längsdurchmesser übertreffend, die tangentialen Wandflächen in der Mitte der Streifen quergestreckt bis isodiametrisch, in der Nähe der seitlichen Streifenränder nach diesen hin schief absteigend; an diesen Rändern selbst die Zellen kleiner als anderwärts, isodiametrisch bis längsgestreckt. Innenwände und in noch höherem Grade Radialwände derb, Aussenwände zart. Die Isolierung der zweitinnersten Schicht wurde versucht, gelang aber nicht.

Elatinoides Elatine (L.) Wettst.

Die Frucht in der Weise geöffnet, dass ein ovales Stück aus der Wand eines jeden Fruchtblattes herausfällt.

Folgende Darstellung des anatomischen Baues bezieht sich auf diese abfälligen Deckel: Zellen der beiden innersten Schichten verholzt und derbwandig. Die der inneren in radialer Richtung etwas abgeplattet, hauptsächlich an den Innenwänden verdickt, die Radialwände theils gerade und quergestellt, theils gewellt mit quergerichteten Wellen und gewöhnlich innerhalb der einzelnen Zelle zwei Radialwandpartien der einen Form durch zwei der anderen verbunden; die tangentialen Wandflächen isodiametrisch bis quer gestreckt; am Deckelrande die Zellen der innersten Lage niedriger als sonst, ihre Radialwände gerade. In der folgenden Lage die Elemente ebenso hoch oder wenig höher, als in der innersten, geradwandig, oft radial gestreckt, ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder schwach gestreckt in verschiedenen Richtungen, Verdickung überwiegend an den Radial- und Aussenwänden; am Deckelrande weit geringere Zellhöhe als sonst und häufig Zellstreckung in der Richtung des Randes.

Für die Heraustrennung des Deckels ist die Beschaffenheit seiner inneren Randzellen (geringe Höhe, Geradwandigkeit und dem Rande gleichsinnige Streckung) von wesentlicher Bedeutung.

Linaria alpina (L.) Mill.

Scheidewand ungetheilt, im Uebrigen die beiden Fruchtblätter von oben her bis zur Mitte in je drei Zähne gespalten. Kapsel trocken weit geöffnet, feucht geschlossen.

Die beiden innersten Schichten derbwandig und verholzt. Innerste Schicht: Zellen hauptsächlich an den Innenwänden verdickt, geradwandig, seltener die Radialwände schwach verbogen; tangentiale Wandflächen isodiametrisch oder annähernd so. Zweitinnerste Schicht: geradwandig, Verdickung weitaus am stärksten in den Radial- und Aussenwänden; tangentiale Wandflächen quergestreckt, nur an den Rändern der Zähne längsgestreckt.

Aus dem mittleren Zahne eines Fruchtblattes wurde ein medianer Streifen herausgeschnitten und von diesem die innerste Schicht entfernt. Beim Austrocknen krümmte sich dieser Streifen nicht mehr in der Längsrichtung auswärts, wie vorher, sondern zeigte sich in seinem oberen grösseren Theil durchaus gerade gestreckt, weiter unten ein wenig längseinwärts gekrümmt. Danach

dürfte also bei den Imbibitionsbewegungen hauptsächlich der Antagonismus zwischen den in der Längsrichtung quellenden und schrumpfenden Radialwänden der zweitinnersten Lage und den Innenwänden der innersten wirksam sein. Diese Erklärung deckt sich mit den von Steinbrinck (l. c. 4. p. 197 ff.) über *Linaria vulgaris* gemachten Angaben.

Mohavea viscida Gray.

Jedes der beiden Kapselfächer am oberen Ende mit einem unregelmässig begrenzten Loche sich öffnend.

Die beiden innersten Schichten derbwandig und verholzt. Innerste Schicht: Zellen radial abgeplattet, geradwandig, ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder leicht gestreckt in verschiedenen Richtungen. Zweitinnerste Schicht: Zellen meist höher als in der vorigen, geradwandig, hauptsächlich an den Radial- und Aussenwänden verdickt; tangentiale Wandflächen von sehr wechselnder Gestalt, meist quergestreckt, doch auch Zellcomplexe mit isodiametrischer oder längsgestreckter Form der tangentialen Wandflächen; Radialwände oft schief zur Oberfläche gestellt.

Die Fruchtwand ist in ihrem oberen Theile sehr spröde. Das Entstehen der beiden Löcher wird offenbar durch die Mannigfaltigkeit der Zellformen befördert.

Antirrhinum Orontium L.

Von den beiden Fächern das eine mit einem, das andere mit zwei Löchern sich öffnend. Ueber jeder Oeffnung zwei Klappen entstehend, welche sich beim Austrocknen schief aufwärts zurückkrümmen, in feuchtem Zustande durch Zusammenneigen das Loch verschliessen.

Anatomie der Klappen: Die beiden innersten Schichten aus derbwandigen, verholzten Zellen gebildet. Innerste Schicht: Zellen sehr niedrig, geradwandig mit annähernd gleichmässiger Wandverdickung, ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder schwach quergestreckt. Zellen der zweitinnersten Schicht stark radial gestreckt (nur an den Klappenrändern weit niedriger), prismatisch; Lumen nur als enger Hohlraum an der Innenseite erhalten; tangentiale Wandflächen isodiametrisch oder leicht gestreckt in wechselnder Richtung.

Die Imbibitionsbewegungen erklären sich daraus, dass in der inneren Schicht die tangential, in der äusseren die radial streichenden Wandschichten überwiegen. Vgl. Steinbrinck's (l. c. 4. p. 201) gleich lautende Angaben über *Antirrhinum majus*.

Schweinfurthia pterosperma (Rich.) A. Br.

Frucht ein grösseres und ein weit kleineres Fach enthaltend, das grössere im unteren Theile unregelmässig aufreissend.

Im grösseren Fache die beiden innersten Schichten derbwandig und verholzt; hier und da auch in der drittinnersten Schicht derbe und verholzte Zellen auftretend. Zellen der innersten Lage radial abgeplattet, in der oberen Hälfte der Frucht mit stark gewellten,

in der unteren mit geraden Radialwänden; tangentiale Wandflächen isodiametrisch oder wenig gestreckt nach dieser oder jener Richtung. Elemente der angrenzenden Schicht in der oberen Fruchthälfte nach den verschiedensten tangentialen Richtungen deutlich gestreckt, mit gleichmässig vertheilten Wandverdickungen und geraden oder ganz schwach verbogenen Radialwänden, in der unteren Fruchthälfte isodiametrisch oder leicht radial gestreckt, geradwandig, vorwiegend an den Radialwänden verdickt. *Schweinfurthia* zeigt, mit den verwandten Gattungen verglichen, gewissermassen eine Umkehrung des anatomischen Baues, indem sich hier der untere Theil so verhält, wie anderwärts der obere und umgekehrt. Durch die geringe Grösse der Zellen und den geraden Verlauf der Radialwände wird der Zusammenhang im unteren Theile der Fruchtwand lockerer als im oberen.

Chaenorrhinum minus (L.) Lge. (Fig. 3.)

Oberer Theil der Fruchtwand in Streifen von unbestimmter Anzahl sich spaltend, welche sich beim Austrocknen nach aussen biegen, in feuchtem Zustande die Frucht schliessen.

Die beiden innersten Lagen derbwandig und verholzt. Im obersten Theile der Frucht (etwa im obersten Fünftel) die Zellen der innersten Schicht radial abgeplattet, geradwandig, hauptsächlich an den Tangentialwänden verdickt, ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch; in derselben Region die Zellen der nächstfolgenden Lage prismatisch, radial gestreckt, vorwiegend im äusseren Theil der Radialwände und an den Aussenwänden verdickt, so dass sich das Lumen von innen nach aussen verjüngt, ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder annähernd so.

Unterhalb dieser Gipfelregion der Frucht vor allem folgende Abweichungen im anatomischen Bau: In der innersten Schicht verbogene Radialwände, in der nächstfolgenden ausgesprochene Querstreckung der Zellen.

Die Imbibitionsbewegungen lassen sich ebenso erklären, wie bei *Antirrhinum* und *Linaria*.

Simbuleta bellidifolia (L.) Wettst.

Im oberen Theile eines jeden Fruchtblattes eine schmale, mediane Klappe entstehend, die am unteren Ende mit der Fruchtwand in Zusammenhang bleibt und in trockenem Zustand ein wenig absteht, während sie, feucht, die Frucht schliesst.

In dieser Klappe etwa derselbe anatomische Bau wie im obersten Theile der Frucht von *Chaenorrhinum*. Die Unterschiede sind unbedeutend: Zellen der innersten Schicht hauptsächlich an den Innenwänden verdickt, ihre tangentialen Wandflächen schwach längsgestreckt.

Galvesia limensis Domb.

Frucht mit zwei unregelmässig umgrenzten Poren sich öffnend (nach Wettstein l. c.).

Innerhalb zweier medianer Flecke im obersten Theile der Frucht etwa derselbe anatomische Bau wie in der obersten Region

der Kapsel von *Chaenorrhinum.* Seitlich und unterhalb von jenen Flecken in den beiden innersten Schichten radiale Abplattung und gewellte Seitenwände.

Maurandia scandens (Don.) Gray.

Im obersten Theile eines jeden Fruchtblattes ein hufeisenförmiger, der Scheidewand parallel gestellter Spalt entstehend, der sich allmählich erweitert unter gleichzeitigem, unregelmässigem Einreissen seiner Ränder.

Zellen der beiden innersten Schichten verholzt mit mässig starken Wandverdickungen. Innerste Lage: Elemente geradwandig, wenig oder gar nicht radial abgeplattet, ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch. Zweitinnerste Lage im obersten Theile der Frucht aus prismatischen, radial gestreckten Zellen gebildet, die hauptsächlich an den Radialwänden verdickt und deren tangentiale Wandflächen isodiametrisch sind; ausserhalb dieser Gipfelregion die Zellen der zweitinnersten Lage tangential gestreckt in den verschiedensten Richtungen, ihre Wandverdickungen gleichmässig.

Rhodochiton volubile Zucc.

In der anatomischen Structur und wohl auch in der Oeffnungsweise der Frucht mit *Maurandia* ungefähr übereinstimmend.

Wie bei *Maurandia* und *Galvesia,* so ist auch hier im obersten Theile der Fruchtwand der Zusammenhang des Gewebes dadurch gelockert, dass die Zellen der zweitinnersten Schicht nur geringe tangentiale Durchmesser aufweisen, ihre Hauptausdehnung eine radiale ist. In dieser Gipfelregion bilden sich daher die Oeffnungen. Ausserhalb der Gipfelregion hingegen ist der Zusammenschluss der Zellen ein festerer infolge der grösseren tangentialen Ausdehnung innerhalb der zweitinnersten Schicht. Dazu kommt bei *Galvesia* noch Wellung der Seitenwände in den beiden innersten Schichten.

Leucocarpus perfoliatus (H. B. K.) Benth.

Frucht beerenartig, nicht aufspringend.

Nur die innerste Schicht schwach verholzt. Ihre Zellen sehr niedrig, quergestreckt, mit mässigen Wandverdickungen, hauptsächlich an den Innenwänden, und gewellten, seltener geraden Radialwänden.

Teedia lucida (Soland.) Rud.

Beere, nicht aufspringend.

Verholzte Zellen fehlen. Elemente der innersten Lage meist quergestreckt, mit sehr schwach verdickten Innenwänden, im übrigen das Gewebe der Fruchtwand sehr zart bis auf die äussere Epidermis.

Russelia juncea Zucc.

Kapsel bis weit unter die Mitte septicid und loculicid, trocken geöffnet in der Weise, dass die Klappen stark einwärts gekrümmt sind um eine Achse, welche von der Rückennaht des Fruchtblattes zur Ansatzlinie der Scheidewand schief absteigt, in feuchtem Zustande geschlossen.

Mehrere (meist 4—5) innere Schichten derbwandig und verholzt. Innerste Lage: Zellen geradwandig, faserförmig, schief gestellt und zwar von der Rückennaht des Fruchtblattes zur Scheidewand absteigend. Im Uebrigen isodiametrische oder verschiedenartig gestreckte Zellen mit geraden oder leicht verbogenen Radialwänden.

Bei den Imbibitionsbewegungen giebt die Quellung und Schrumpfung in den Radialwänden der innersten Schicht den Ausschlag.

Freylinia cestroides Colla.

Kapsel im oberen Theile (oberhalb der Mitte) septicid und noch kürzer loculicid, in feuchtem Zustande geschlossen, nach dem Austrocknen ein wenig geöffnet durch Geradestreckung der Klappen.

Die beiden innersten Zellschichten derbwandig und verholzt. Die innere von geradwandigen Fasern gebildet, welche schief gestellt sind, von der Scheidewand nach der Rückennaht absteigend. In der nächstfolgenden Lage die Zellen weit höher, ihre Radialwände in der äussersten Klappenspitze gerade, sonst gewellt, ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder häufiger so gestreckt, dass sie sich mit den Streckungslinien der innersten Schicht kreuzen.

Ixianthes retzioides Benth.

Kapsel bis zum Grunde septicid und an der Spitze kurz loculicid, in feuchtem Zustande geschlossen oder die beiden Carpelle zwar spreizend, aber jedes für sich geschlossen, indem seine Ränder sich berühren; die trockene Frucht weit geöffnet, indem die beiden Fruchtblätter stark spreizen und jeder der beiden Lappen des Fruchtblattes convex gekrümmt ist um eine schiefe, von der Scheidewand zur Rückennaht absteigende Achse.

Die 4—5 innersten Schichten aus mässig derbwandigen, schwach verholzten Elementen aufgebaut, die innerste aus geradwandigen, schief gestellten, von der Scheidewand zur Rückennaht absteigenden Fasern, die übrigen aus geradwandigen Zellen, deren tangentiale Wandflächen isodiametrisch, in der zweitinnersten Schicht oft auch gestreckt sind in der Weise, dass sie sich mit den Elementen der Faserschicht kreuzen. Zellhöhe von innen nach aussen, wenigstens bis zur dritten Schicht, zunehmend.

Auch hier gewinnt offenbar die Quellung und Schrumpfung der innersten Schicht die Oberhand bei den Imbibitionsbewegungen.

Anastrabe integerrima E. Mey.

Kapsel bis fast zum Grunde scheidewandspaltig und nur kurz loculicid, feucht geschlossen, trocken durch die schwach spreizenden Klappen ein wenig geöffnet.

Etwa 4 innere Schichten derbwandig und verholzt, Zellwände überall gerade. Innerste Schicht: Schief gestellte, von der Scheidewand nach der Rückennaht absteigende Fasern. In den übrigen Schichten die Zellen oder doch ihre tangentialen Wandflächen

gestreckt, aber so, dass die Fasern der innersten Schicht gekreuzt werden. Der Grad der tangentialen Streckung aussen am geringsten, nach innen zunehmend bis zur Faserform. Zellhöhe von innen nach aussen wachsend.

Bowkeria triphylla Harv.

Kapsel bis fast zum Grunde septicid und bis fast zur Mitte loculicid. Fruchtblätter sowohl trocken wie auch feucht divergirend, aber jedes einzelne Fruchtblatt im ersteren Falle etwa flach ausgebreitet und somit geöffnet, in letzterem Falle geschlossen dadurch, dass seine Ränder sich berühren und auch der dorsale Spalt verschwindet.

Ungefähr die 5 innersten Schichten derbwandig und verholzt. In der äussersten von diesen die tangentialen Wandflächen häufig isodiametrisch. Im übrigen der anatomische Bau etwa derselbe wie bei vor.

Wightia gigantea Wall.

Kapsel septicid mit ungetheilten Klappen. Diese sowohl trocken wie auch feucht spreizend, in letzterem Falle aber in der Querrichtung stark convex gekrümmt, also mit einwärts gebogenen Rändern, wodurch das einzelne Fruchtblatt ein annähernd geschlossenes Gehäuse darstellt, nach dem Austrocknen zwar auch noch in demselben Sinne gekrümmt, aber weit schwächer, beinahe flach ausgebreitet.

Zellen der innersten Schicht zartwandige, unverholzte, quergestellte Fasern. Auf diese folgend mehrere Schichten von Fasern, die gleichfalls quer- oder annähernd quergestellt, aber mit derben und verholzten Wänden versehen sind. Die Länge der Fasern im Allgemeinen von innen nach aussen abnehmend, woraus vielleicht die erwähnten Imbibitionsbewegungen zu erklären sind.

Collinsia grandiflora Dougl.

Kapsel bis zur Mitte oder noch tiefer septicid und loculicid. Die trockenen Klappen in der Längsrichtung gerade oder etwas auswärts gekrümmt, die Frucht öffnend, die feuchten Klappen einwärts gekrümmt, die Frucht vollständig schliessend.

Die Elemente der beiden innersten Schichten derbwandig und verholzt. Innerste Schicht: Zellen stark radial abgeplattet, mit durchweg gewellten Radialwänden, die Wellen abgerundet, die tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder annähernd so. Nächstfolgende Schicht: Zellen weit höher, mit gleichmässiger Wandverdickung, quergestreckt, in jeder zwei gerade Radialwandpartien, welche quergestellt sind, verbunden durch zwei gewellte Radialwandpartien mit steilen, in der Querrichtung sich ausdehnenden Wellen.

Die Erklärung der Imbibitionsbewegungen schien mir Anfangs gegeben durch einen Antagonismus zwischen innerster und zweitinnerster Schicht. Später überzeugte ich mich, dass die Imbibitionsbewegungen nach Entfernung der innersten Schicht nahezu in derselben Weise wie vorher sich vollziehen.

Tonella collinsioides Natt.

In der äusseren Gestalt und dem anatomischen Bau der Frucht *Collinsia* sehr ähnlich, aber die innerste Schicht mit sehr geringen Wandverdickungen, in der zweitinnersten hauptsächlich die Aussenwände verdickt.

Scrophularia nodosa L.

Kapsel bis zum Grunde septicid, mit ungetheilten Klappen. Die trockenen Klappen spreizend, die Frucht öffnend, die feuchten Klappen gleichfalls, wenn auch weniger, spreizend, die Frucht nicht völlig schliessend.

Mehrere (bis 10) innere Lagen aus derb- und geradwandigen, verholzten Fasern bestehend. Im inneren Theil dieses Gewebes die Fasern häufig schief gestellt, von der Ansatzlinie der Scheidewand zur Rückennaht absteigend, aber auch anders orientirt, im äusseren Theil quergestellte Fasern und stärkere Wandverdickungen. Aussen dem Fasergewebe angelehnt vereinzelte Gruppen kürzerer, oft isodiametrischer Zellen mit dicken, verholzten Wänden.

Die Imbibitionsbewegungen dürften auf die Verschiedenheiten zurückzuführen sein, welche zwischen Innen- und Aussenseite des Fasergewebes hinsichtlich der Faserstellung auftreten. Vgl. die abweichende Erklärnng Leclerc's (l. c.).

Pentastemon glaber Benth.

Kapsel bis fast zum Grunde septicid und oberhalb der Mitte loculicid, die trockenen Fruchtblatthälften stark auswärts gebogen, eine weite Oeffnung herstellend, die feuchten Fruchtblatthälften zusammenneigend, die Kapsel schliessend.

Mehrere (bis 6) innere Schichten derbwandig und verholzt. Innerste Lage bestehend aus faserförmigen Zellen, welche in der Nähe der Scheidewand schief, von der Scheidewand zur Rückennaht absteigend, in der Nähe der Rückennaht quergestellt sind, und deren Radialwände gerade oder in leichten Windungen verlaufen. Elemente der übrigen Lagen in einer die Rückennaht enthaltenden Zone geradwandige, längs orientirte Fasern, im übrigen folgendermassen beschaffen: Aussen kleine, isodiametrische Zellen mit unregelmässig verbogenen Radialwänden; nach innen Zellgrösse und Weite der Lumina allmählich zunehmend, Querstreckung der Zellen und gerade Radialwandpartien immer häufiger werdend, letztere zumeist quergestellt.

Schneidet man aus einer angefeuchteten Klappe einen mittleren Längsstreifen heraus, so krümmt sich dieser beim Eintrocknen einwärts: es gewinnt jetzt die längs gerichtete Schrumpfung im inneren Theil des derben Gewebes mit seinen überwiegend quergestreckten geradwandigen Zellen die Oberhand. Die beiden übrig gebliebenen Randstreifen krümmen sich nach wie vor auswärts, wobei sie aber mit den Spitzen convergiren. Die Randpartien der Klappe leisten also infolge der Häufigkeit längs oder wenigstens schief gestreckter mechanischer Elemente der längs gerichteten Quellung und Schrumpfung der medianen Partieen Widerstand.

Tetranema mexicanum Benth.

Kapsel loculicid bis zum Grunde, in trockenem Zustande geschlossen oder seitlich etwas klaffend, in feuchtem Zustande durch Spreizen der Klappen weit geöffnet.

Die beiden innersten Schichten, in der Nähe des Klappenrandes meist die drei innersten Schichten von derbwandigen, verholzten Zellen gebildet. Zellen der innersten Lage niedrige, geradwandige Fasern, quergestellt, nur in der unmittelbaren Nähe der Ränder nach diesen aufsteigend. Elemente der nächsten Schicht viel höher, mit starken Wandverdickungen und sehr engem Lumen; Mittellamellen der Radialwände innen gerade verlaufend, aussen häufig verbogen; tangentiale Wandflächen isodiametrisch oder ungefähr quer gestreckt, seltener (besonders in der Nähe der Scheidewand) längs gestreckt. Die in der drittinnersten Schicht der Randregion vorkommenden derben Zellen ähnlich denen der zweitinnersten. Ausserhalb dieser Randregion die Elemente der drittinnersten Lage zartwandig, nur die Radialwände in ihrem innersten Theile noch mässig verdickt und daher als leistenähnliche Vorsprünge der zweitinnersten Schicht erscheinend, welche um so schärfer hervortreten, als letztere in den Maschen des Leistennetzes oft beträchtlich vertieft ist.

Im grössten Theile der Fruchtwand ist die zweitinnerste Schicht allein Sitz der erwähnten Imbibitionsbewegungen. Dies ergiebt sich durch folgenden Versuch: Schneidet man aus der Fruchtwand einen Streifen, dessen Grenzen sich in einigem Abstand von der Scheidewand und dem Klappenrande befinden, und isolirt man in diesem Streifen die zweitinnerste Schicht durch Entfernung des innerhalb und ausserhalb derselben befindlichen Gewebes, so krümmt sich dieser Streifen beim Austrocknen noch stärker convex in der Längsrichtung als vorher. Ebenso verhalten sich Randstreifen, aus denen alle Zellen bis auf die der zweit- und drittinnersten Schicht entfernt wurden.

Nur in demjenigen Theile der Frucht, welcher der Scheidewand unmittelbar benachbart ist, hat die Entfernung der innersten Schicht eine Abschwächung der Krümmungen zur Folge. Da hier die Zellen der zweitinnersten Schicht (oder wenigstens ihre tangentialen Wandflächen) oft längs gestreckt sind, üben sie vermuthlich einen Widerstand aus gegenüber der längs-tangentialen Quellung und Schrumpfung der innersten Lage.

Im übrigen aber sind die einander entgegenwirkenden Kräfte in der zweitinnersten Schicht vereinigt, vielleicht so, dass auf deren Innenseite durch häufige Querstreckung der tangentialen Wandflächen und gerade Radialwände die Quellung und Schrumpfung in der Längsrichtung stärker ist, als aussen, wo die Mittellamellen der Radialwände oft wellig verlaufen.

Paulownia tomentosa (Thbg.) Baill.

Kapsel loculicid bis zum Grunde, trocken durch Spreizen der Klappen geöffnet, feucht geschlossen.

Mehrere bis zahlreiche (an den Rändern bis 25, sonst etwa 6) innere Schichten von derb- und geradwandigen, faserförmigen, verholzten Zellen gebildet. Fasern an den Klappenrändern und an der freien Kante der Scheidewand meist längs gestellt, in einiger Entfernung von Rändern und Scheidewand meist quer gestellt; diese Regionen der längsgestellten Fasern in die der quergestellten durch Regionen von sehr unregelmässiger Faserstellung übergehend. Unter den quergestellten Fasern die inneren durchschnittlich schlanker als die äusseren.

Der Mechanismus beruht darauf, dass die längsgestellten Fasern der Klappenränder und der Scheidewand die Widerstandselemente gegenüber der längs gerichteten Quellung und Schrumpfung der quergestellten Fasern bilden. Ein aus der Fruchtwand herausgeschnittener Streifen, welcher nur quergestellte Fasern enthält, also der zwischen Rückennaht und Scheidewand gelegenen Region entnommen ist, krümmt sich beim Austrocknen in der Längsrichtung einwärts: die längsgerichtete Contraction ist auf der Innenseite stärker, weil hier die Fasern schlanker sind, die Zahl der schrumpfenden Radialwände grösser ist. Leclerc's Angaben (l. c.) stimmen ungefähr mit den meinigen überein. Doch übersieht er die Wirksamkeit der Scheidewand.

Manulea tomentosa L.

Kapsel bis zum Grunde septicid und im obersten Theile (etwa im obersten Viertel) loculicid, in feuchtem Zustande geschlossen, indem die beiden Lappen eines jeden Fruchtblattes sich längs der Rückennaht und in der Spitze der Fruchtblattränder berühren, in trockenem Zustand geöffnet, indem die Lappen auseinanderweichen sowohl an der Rückennaht wie auch, und zwar noch stärker, an der Spitze der Fruchtblattränder. Die Wölbung im oberen Theile des Fruchtblattes wird also beim Austrocknen verringert, das erstere erscheint mehr flach ausgebreitet.

Die beiden innersten Schichten von derbwandigen und verholzten Zellen gebildet. Innerste Schicht aus gradwandigen Fasern bestehend, diese in der Spitze des Fruchtblattlappens steil absteigend von der Ansatzlinie der Scheidewand zur Rückennaht (fast längs gestellt), weiter unten quer gestellt; die Region der quergestellten Fasern reicht in der Nachbarschaft der Rückennaht weiter nach oben als in der Nachbarschaft der Scheidewand. Zellen der nächstfolgenden Lage weit höher, im äusseren Theil mit stärkeren Wandverdickungen als innen, ihre Mittellamellen aussen und innen wellig, in der Mitte gerade verlaufend, ihre tangentialen Wandflächen im unteren Theil des Lappens isodiametrisch, im oberen schief gestreckt und zwar so, dass die Fasern der innersten Lage gekreuzt werden.

Zur Erklärung des Mechanismus wurde an einem Fruchtblattlappen die innerste Schicht und das zarte Gewebe ausserhalb der zweitinnersten entfernt, so dass also die letztere isolirt war. Diese Präparation erforderte sehr viel Mühe, gelang jedoch vollständig. Die Imbibitionsbewegungen blieben im wesentlichen dieselben wie

vorher, werden also durch die zweitinnerste Schicht allein hervorgerufen. Vielleicht beruhen sie auf der Streckung der tangentialen Wandflächen (schief abwärts zur Scheidewand) in Verbindung mit dem Ueberwiegen der Wandverdickung im äusseren Theile der Radialwände.

Chaenostoma triste (L.) Wettstein.

Früchte nur im obersten Fünftel loculicid, die Fruchtblattlappen in trocknem Zustande leicht auswärts gekrümmt. Im übrigen die äussere Gestalt und die Imbibitionsbewegungen wie bei vor.

Auch im anatomischen Baue grosse Aehnlichkeit mit *Manulea*; doch wurde in der zweitinnersten Schicht eine Dickenzunahme der Radialwände von innen nach aussen nur hin und wieder beobachtet.

Auch hier wurde durch den Versuch erwiesen, dass durch die zweitinnerste Schicht allein die Imbibitionsbewegungen bedingt sind. Eine befriedigende Erklärung derselben gelang indes nicht.

Sutera glandulosa Roth.

In der äusseren Gestalt, den Imbibitionsbewegungen und dem anatomischen Bau der Frucht grosse Aehnlichkeit mit *Manulea*. Aber in der zweitinnersten Schicht die tangentialen Wandflächen nur hin und wieder gestreckt und dann ebenso wie bei *Manulea*, häufiger isodiametrisch; ferner theils gerade, quer oder annähernd so orientirte Radialwandpartien, theils gewellte (wenigstens in den Mittellamellen), deren Wellen quer oder annähernd so ausgedehnt sind.

Die Isolirung der zweituntersten Schicht liess sich hier nicht durchführen. Doch dürfte dieselbe wohl auch hier allein Sitz derjenigen Kräfte sein, welche die Imbibitionsbewegungen herbeiführen.

Sphenandra viscosa Benth.

Aehnlich *Manulea*. In der zweitinnersten Schicht gerade Mittellamellen, die meist in die Streckungsrichtung der tangentialen Wandflächen fallen und verbogene mit gleichsinnig ausgedehnten Wellen.

Durch Präparation wurde festgestellt, dass wiederum die zweitinnerste Schicht allein das Bewegungsgewebe darstellt. Ihre Wirksamkeit dürfte ungefähr dieselbe sein wie bei *Manulea*.

Phyllopodium cuneifolium (L.) Benth.

Aehnlich *Manulea*.

Tangentiale Wandflächen der zweitinnersten Schicht nicht selten isodiametrisch.

Zweitinnerste Schicht allein Bewegungsgewebe (durch Präparation nachgewiesen).

Polycarena capillaris (L.) Benth.

Aehnlich *Manulea*.

Bewegungsgewebe nur von den Zellen der zweitinnersten Schicht gebildet (durch Präparation nachgewiesen).

Zaluzianskia selaginoides (Thbg.) Benth.

Fruchtblattlappen schmal, in trocknem Zustande stark auswärts gekrümmt.

Im übrigen *Manulea* ähnlich.

Zweitinnerste Schicht allein Bewegungsgewebe, was experimentell festgestellt wurde, wie in den vorher besprochenen Fällen. (Auch die starke Auswärtskrümmung beim Austrocknen wird von der isolirten zweitinnersten Schicht ausgeführt).

Mimulus luteus L.

Kapsel loculicid, aber nur seitlich gespalten, an der Spitze und am Grunde in Zusammenhang bleibend, trocken weit geöffnet, mit gekräuselten Klappenrändern, feucht weniger weit geöffnet, mit geraden Klappenrändern, selten geschlossen.

Die Zellen der innersten Schicht verholzt, mit derben Radial- und besonders Innenwänden, faserförmig, geradwandig, quergestellt, nur dicht am Klappenrande längsgestellt.

Mazus rugosus Lour.

Kapsel bis unter die Mitte loculicid, im trocknen Zustande mit kleiner Oeffnung an der Spitze, in feuchtem Zustande viel weiter geöffnet.

Die zweitinnerste Schicht aus verholzten, derbwandigen Zellen gebildet; die Radialwände der einzelnen Zelle gewöhnlich theils gerade und dann in die Querrichtung fallend, theils spitz gewellt und die Wellen in der Querrichtung ausgedehnt, nur in unmittelbarer Nachbarschaft der Rückennaht gerade Radialwände. Hier und da, namentlich in der Nähe der Rückennaht auch die nächstäussere Schicht derbwandige, verholzte Zellen enthaltend; diese ähnlich gestaltet wie in der zweitinnersten Schicht, aber mit schwächerer Wellung der Radialwände. In der innersten Schicht die Zellen sehr niedrig, zartwandig, unverholzt, mit geraden oder unregelmässig verbogenen Radialwänden versehen.

In der zweitinnersten Schicht wird die Quellung und Schrumpfung, nach dem Bau der Radialwände zu urtheilen, vor Allem in der Längsrichtung erfolgen. Diesen Quellungen und Schrumpfungen leistet das zarte Gewebe ausserhalb der zweitinnersten Lage Widerstand. Aus der Fruchtwand herausgeschnittene Streifen krümmen sich, wenn das zarte Gewebe entfernt wird, beim Austrocknen nicht mehr convex in der Längsrichtung wie vorher, sondern sind gerade gestreckt.

Dodartia orientalis L.

Nach Wettstein (l. c.) die Kapsel loculicid, 2klappig. Anscheinend häufig überhaupt nicht aufspringend. Deutliche Imbibitionsbewegungen fehlen.

Die innerste Schicht unverholzt, epidermisartig, bis auf die Innenwände zartwandig, im obersten Theile der Frucht mit geraden, weiter unten mit gewellten Radialwänden versehen. Ihr folgend nach aussen 2—5 Schichten dickwandiger und verholzter

Zellen; im obersten Theile der Frucht deren tangentiale Wandflächen isodiametrisch, die Radialwände gerade, weiter unten die tangentialen Wandflächen bald isodiametrisch, bald verschiedenartig gestreckt und die Radialwände bald gerade, bald verbogen in unregelmässigem Wechsel.

Monttea Schickendantzii Griseb.

Kapsel im oberen Theile septicid, trocken geschlossen, feucht geöffnet.

Die 4—5 innersten Schichten aus verholzten, sehr dickwandigen Zellen mit gewellten Radialwänden bestehend. Diesen Schichten aussen angelehnt Stränge derber, verholzter, geradwandiger Faserzellen. Die stärkeren unter diesen Strängen längsgestellt, unter einander verbunden durch schwächere Stränge, welche meist gleichfalls annähernd in die Längsrichtung fallen. Auf der Aussenseite der Stränge die Leitbündel lagernd.

Der Mechanismus dieser Frucht ist im wesentlichen derselbe wie bei *Aptosimum.*

Die biologische Bedeutung der Imbibitionsbewegungen ist jedoch hier nicht die gleiche wie dort. Die Frucht von *Monttea* entwickelt nur 1 oder 2 Samen. Dieselben erreichen eine beträchtliche Grösse, so dass ein Same ein ganzes Fruchtfach ausfüllen kann. Die Oeffnung der feuchten Frucht genügt jedoch nicht zum Herausfallen so grosser Samen. Vielleicht keimen die Samen innerhalb der abgefallenen Früchte. Die Imbibitionsbewegungen der letzteren würden dann für die Keimung günstig sein.

Melosperma andicolum (Gilb.) Benth.

Kapsel bis fast zum Grunde septicid und loculicid, trocken durch Auswärtskrümmung der Klappen weit geöffnet, feucht geschlossen.

2—4 auf die innerste folgende Schichten aus derbwandigen, verholzten Zellen aufgebaut, deren jede zwei gerade Radialwandpartien aufweist, welche in die Querrichtung fallen und zwei zickzackförmig verbogene, deren Zacken sich in die Querrichtung ausdehnen; nur in der äussersten Spitze und an den Rändern der Klappe die Radialwände gerade. Die innerste unter den verholzten Schichten viel geringere Wandverdickungen zeigend als die übrigen. Die innerste Lage der ganzen Fruchtwand unverholzt, zartwandig mit Ausnahme der Innenwände; ihre Radialwände gerade, die tangentialen Wandflächen isodiametrisch.

Durch den Verlauf der Radialwände in den derben und verholzten Zellen wird Quellung und Schrumpfung in der Längsrichtung begünstigt, und zwar auf der Aussenseite des derben Gewebes in höherem Grade als auf dessen Innenseite, weil hier die Radialwände schwächer sind.

Durch Entfernung der innersten derben Schicht, welche sich übrigens nicht durchführen lässt ohne auch die nächstfolgenden zu beschädigen, wird eine deutliche Abschwächung der Imbibitionsbewegungen hervorgerufen.

Lancea tibetica Hook. et Thoms.

Frucht nicht aufspringend.

Ein cylindrischer Gewebestrang in der Mediane eines jeden Fruchtblattes, von der Basis bis zur Spitze reichend, aus dickwandigen, verholzten Zellen bestehend, im übrigen derbe und verholzte Zellen fehlend. Der Strang innen an die Epidermis grenzend, aussen von mehrschichtigem zarten Gewebe bedeckt. Zellen des Stranges gradwandig, innen radial abgeplattet, nach aussen allmählich radial gestreckte Formen annehmend.

Lindenbergia sinaica (DC.) Benth.

Kapsel loculicid bis zum Grunde. Imbibitionsbewegungen unbedeutend: Die feuchten Klappen gerade gestreckt, an der Spitze ein wenig spreizend, die trocknen Klappen an der Spitze schwach einwärts gekrümmt um eine quer oder etwas schief liegende Achse.

Die zweitinnerste Schicht, in der Nachbarschaft der Scheidewand noch 2—3 ihr nach aussen folgende Schichten, von derbwandigen, verholzten Zellen gebildet. Wandverdickungen sehr stark, oft das Lumen nahezu verdrängend, Radialwände meist gewellt. Innerste Schicht unverholzt, epidermisartig, mit verbogenen Radialwänden, durch das Wachsthum des übrigen Fruchtgewebes vielfach gesprengt und verzerrt.

Hydrotriche hottoniaeflora Zucc.

Frucht vielleicht gar nicht aufspringend und nach der Reife faulend, aber leicht theilbar und zwar längs den Rückennähten von der Spitze bis zum Grunde, längs der Scheidewand in der oberen Hälfte.

Das Gewebe der Fruchtwand nur zartwandige unverholzte Zellen enthaltend.

Ambulia racemosa (Benth.) Baill.

Frucht bis etwa zur Mitte septicid und loculicid. Imbibitionsbewegungen unbedeutend: Die feuchten Klappen gerade, die trocknen an der Spitze leicht nach aussen gebogen; in beiden Fällen die Frucht geöffnet.

Die innerste Lage von verholzten, geradwandigen, stark quergestreckten Zellen gebildet, in welchen die Seiten und Innenwände verdickt sind; nur dicht an den Klappenrändern isodiametrische bis längsgestreckte Zellformen und auch ausserhalb der innersten Lage verholzte und derbwandige Zellen, ein schwaches Bündel bildend.

Morgania glabra R. Br.

Kapsel bis zum Grunde septicid und im obersten Drittel loculicid, in trocknem Zustande mit kleiner Oeffnung an der Spitze, in feuchtem Zustande die beiden Fächer geschlossen und bald sich berührend, bald spreizend.

Die beiden innersten Schichten aus derbwandigen verholzten Zellen gebildet. Innerste Schicht: Zellen geradwandig, faserförmig, schief gestellt und zwar steil absteigend von der Scheidewand zur Rückennaht. Zweitinnerste Schicht: Zellen viel höher als

in der vorigen; Radialwandpartien in der einzelnen Zelle theils gerade und quergestellt, theils gewellt mit quer ausgedehnten Wellen.

Entfernt man an einer Fruchtklappe sämmtliches der zweitinnersten Schicht anhaftende Gewebe, so dass diese isolirt wird, so ist in den Imbibitionsbewegungen keine deutliche Veränderung zu bemerken. In der zweitinnersten Schicht sind also die Spannungsdifferenzen vereinigt, von denen die Bewegungen der Klappe ausgehen.

Stemodia viscosa Roxb.

Kapsel bis unter die Mitte septicid und noch tiefer loculicid. Die trocknen Klappen auswärts gekrümmt, oft leicht gewunden, die feuchten Klappen gerade gestreckt, aber die Frucht nicht vollkommen schliessend.

Die beiden innersten Lagen von derbwandigen Zellen gebildet, aber anscheinend nur die zweitinnerste verholzt. Stellenweise auch in der drittinnersten Schicht derbwandige und verholzte Zellen. Innerste Lage: Zellen schief gestreckt, von der Scheidewand zur Rückennaht absteigend, mit geraden (in der Klappenspitze) oder etwas verbogenen Radialwänden. Zweitinnerste Lage: Zellen etwas höher, mit gewellten Seitenwänden; die Wellen in Richtungen ausgedehnt, welche die Fasern der innersten Lage senkrecht kreuzen.

Nach Isolirung der zweitinnersten Schicht bleiben die Imbibitionsbewegungen annähernd dieselben wie an der unversehrten Klappe; nur die Lage der Krümmungsachse erleidet eine kleine Veränderung. Die zweitinnerste Schicht ist offenbar für sich allein das eigentliche Bewegungsgewebe. Eine genauere Erklärung des Mechanismus konnte leider nicht gewonnen werden.

Adenosma grandiflorum Benth.

Kapsel bis zur Mitte loculicid und noch tiefer septicid, in trocknem Zustande durch Auswärtskrümmung der Klappen geöffnet, feucht geschlossen.

In anatomischer Hinsicht weitgehende Aehnlichkeit mit *Morgania*, aber kein wesentlicher Höhenunterschied zwischen innerster und zweitinnerster Schicht.

Tetraulacium veronicaefolium Turcz.

Kapsel bis zum Grunde loculicid und bis zur Mitte oder tiefer septicid, trocken weit geöffnet, feucht geschlossen.

Zellen der beiden innersten Schichten derbwandig und mehr oder weniger verholzt. Innerste Schicht: Schiefe Zellstreckung (von der Scheidewand zur Rückennaht absteigend); Radialwände gewöhnlich leicht verbogen. Zweitinnerste Schicht: Zellen höher als in der vorigen, aber doch relativ niedrig und radial abgeplattet, ihre tangentialen Wandflächen quer gestreckt bis isodiametrisch, ihre Radialwände gewellt, wobei die Wellen sich hauptsächlich in der Querrichtung ausdehnen; Wandverdickung im äusseren Theile der Zelle überwiegend.

Das Bewegungsgewebe ist die zweitinnerste Schicht (durch Präparation festgestellt).

Achetaria ocymoides (Cham. und Schlecht.) Wettst.

Kapsel septicid bis zum Grunde und ausserdem kurz loculicid, trocken weit geöffnet, feucht geschlossen. Beim Austrocknen entfernen sich die Carpellränder von einander, so dass die vorher convex in der Querrichtung stark gewölbte Klappe sich annähernd flach ausbreitet. Gleichzeitig findet eine sehr deutliche Verkürzung in der Längsrichtung statt.

Die beiden innersten Schichten von derbwandigen, verholzten Zellen gebildet. Innerste Lage: Zellen geradwandig, faserförmig, quer gestellt. Zweitinnerste Lage: Zellen weit höher, mit gewellten Radialwänden; diese Wellen hauptsächlich in der Querrichtung oder annähernd so ausgedehnt.

Die Entfernung der innersten Schicht hat keine deutliche Veränderung in den Imbibitionsbewegungen zur Folge. Die zweitinnerste Schicht stellt somit für sich allein das Bewegungsgewebe dar.

Dopatrium junceum (Roxb.) Ham.

Die Frucht scheint sich nicht zu öffnen. Durch Zerren lässt sich leicht eine loculicide Trennung ihrer Wandung herbeiführen.

Die zweitinnerste Schicht verholzt, aber die Zellwände nicht viel stärker, als in den anderen, zartwandigen Lagen; Seitenwände gewellt; radiale Streckung oder isodiametrische Zellform. Elemente der innersten Lage geradwandig, ihre tangentialen Wandflächen umfangreich, meist längsgestreckt.

Gratiola officinalis L.

Kapsel bis zum Grunde septicid und loculicid, ihre Klappen in trocknem Zustande mit auswärts gebogenen Spitzen, weiter unten stark convex gewölbt, in feuchtem Zustande annähernd gerade gestreckt und stark spreizend; in letzterem Falle die Frucht weiter geöffnet, als im ersteren.

Die 3—5 innersten Schichten aus derbwandigen und verholzten Zellen bestehend. Zellen der innersten Schicht geradwandig, faserförmig, schief gestellt, meist von der Scheidewand zur Rückennaht absteigend. In den folgenden Schichten die tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder etwas längsgestreckt, die Radialwände gewellt, diese Wellen in der an die Faserschicht grenzendeu Lage mannigfach orientirt, auf der Aussenseite des derben Gewebes aber so, dass sie die Längsachsen der Fasern kreuzen.

Im unteren Theile der Frucht die Zellen der innersten Schicht meist quergestreckt und mit gewellten Radialwänden versehen; in den nächstfolgenden verholzten Lagen die tangentialen Wandflächen isodiametrisch, die Radialwände gewellt und ihre Wellen ohne bestimmte Orientirung.

Die tangentialen Quellungen und Schrumpfungen gewinnen im oberen Theil der Frucht auf der Aussenseite, im unteren auf

der Innenseite die Oberhand. Die Richtung derselben ergiebt sich aus der Stellung der Radialwände.

Ildefonsia bibracteata Gardn.

Kapsel bis zur Mitte loculicid (vielleicht manchmal im obersten Theile auch noch septicid), in trocknem Zustande durch Auswärtskrümmung der Klappen geöffnet, feucht geschlossen.

Die 4—6 innersten Schichten derbwandig und verholzt. Zellen der innersten von diesen Schichten geradwandig, faserförmig, schief gestellt, von der Rückennaht zur Scheidewand absteigend. In den übrigen Schichten die Radialwände einer jeden Zelle theils gerade, theils in steilen Wellen verlaufend. Auf der Aussenseite des derben Gewebes die geraden Radialwandpartien quergestellt, die Wellen in der Querrichtung ausgedehnt, die tangentialen Wandflächen meist quergestreckt. Weiter nach innen die geraden Radialwandpartien, die Ausdehnung der Wellen und die Streckung der tangentialen Wandflächen häufig in die Faserrichtung der innersten Schicht fallend.

Die längsgerichtete Quellung und Schrumpfung der Aussenseite des derben Gewebes findet innen Widerstand in Folge veränderter Stellung der Radialwände.

Conobea multifida (Mich.) Benth.

Kapsel bis zum Grunde septicid und loculicid; an der feuchten Kapsel die Klappen gerade gestreckt, stark spreizend, an der trockenen Frucht die Klappenspitzen auswärts gekrümmt, aber die unteren Theile der Klappen einander mehr genähert, als vorher.

Die beiden innersten Schichten derbwandig und verholzt. Innerste Schicht: Zellen geradwandig, faserförmig, schief, von der Scheidewand zur Rückennaht absteigend. Zellen der nächstfolgenden Lage viel höher, ihre Mittellamellen aussen wellig, innen gerade oder schwächer wellig, ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder leicht gestreckt in Richtungen, welche die Fasern der innersten Schicht kreuzen.

Bacopa auriculata Wats.

Kapsel bis zum Grunde septicid und loculicid. Imbibitionsbewegungen unbedeutend: Klappen in trockenem Zustande mit leicht einwärts gekrümmten Spitzen, wobei die Krümmungsachse schief liegt, von der Scheidewand zur Rückennaht absteigt, in feuchtem Zustande gerade gestreckt.

Der anatomische Bau ähnlich wie bei *Conobea*, aber die Mittellamellen in der zweitinnersten Schicht innen und aussen wellig, wobei die Wellen auf der Aussenseite so gestellt sind, dass sie die Fasern der innersten Lage kreuzen, innen anscheinend auch andere Wellenstellungen vorkommen.

Mimelanthe pilosa (Benth.) Greene.

Kapsel im obersten Drittel loculicid, in trockenem Zustand geöffnet, feucht geschlossen.

Die beiden innersten, in der Nähe der Rückennaht etwa die vier innersten Lagen verholzt und mässig derbwandig. Zellen

der innersten Schicht etwas gestreckt, und zwar schief, von der Rückennaht zur Scheidewand absteigend; ausser geraden in die Streckungslinien fallenden Radialwandpartien nicht selten auch verbogene. Zellen der nächstfolgenden Schicht etwas höher, ihre Radialwände theils gerade und quergestellt, theils gewellt und mit quer ausgedehnten Wellen.

Ob die Imbibitionsbewegungen auf einem Antagonismus zwischen den beiden innersten Schichten zurückzuführen sind, oder allein durch die zweitinnerste hervorgerufen werden, konnte nicht entschieden werden, da eine Trennung der beiden Schichten durch Präpariren nicht gelang.

Hydranthelium egense Poepp. et Endl.

Die Frucht wahrscheinlich nicht aufspringend, durchweg aus zartem, unverholztem Gewebe bestehend. Die Elemente der innersten Schicht meist quergestreckt.

Micranthemum orbiculatum Michx.

Frucht wahrscheinlich geschlossen bleibend. Zellen der zweitinnersten Schicht verholzt, auf der Aussenseite mit starken Wandverdickungen, welche das Lumen auf einen winzigen Raum an der Innenseite einschränken; Mittellamellen der Radialwände wellig, nur im obersten Theil der Frucht gerade quergerichtete Partien; tangentiale Wandflächen isodiametrisch bis schwach quer- oder längsgestreckt. In der unverholzten, epidermisartigen innersten Schicht die Radialwände gerade oder leicht verbogen, die tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder schwach längsgestreckt.

Microcarpaea muscosa R. Br.

Frucht loculicid, feucht wie trocken geöffnet, aber in letzterem Falle mit querfaltigen, im ersteren mit gerade gestreckten, spreizenden Klappen.

Die innerste Schicht schwach verholzt und mit geringen Wandverdickungen versehen; ihre Radialwände gewellt, nur hin und wieder gerade quergerichtete Partien.

Peplidium maritimum (L.) Wettst.

Deckelfrucht, deren obere Hälfte sich lostrennt und abfällt.

Die untere Hälfte der Frucht aus zartem, in trockenem Zustand sehr sprödem Gewebe bestehend, die obere von derberer Consistenz. Hier die zweitinnerste Lage von dickwandigen, verholzten, sehr niedrigen Zellen gebildet, deren Radialwände gewellt sind; die Wellen häufig in der Querrichtung ausgedehnt. Innerste Schicht an der reifen Frucht theilweise zerstört und daher undeutlich.

Glossostigma spathulatum Arn.

Etwa wie *Microcarpaea*.

Limosella aquatica L.

Kapsel septicid bis zum Grunde, in feuchtem Zustand durch Spreizen der Klappen weit geöffnet, trocken weniger geöffnet oder fast geschlossen.

Verholzte Zellen fehlend, stärkere Wandverdickungen nur an den Klappenrändern vorkommend, und zwar in der zweitinnersten und weniger ausgeprägt auch in der drittinnersten Lage; diese beiden Randzonen scharf abgegrenzt; hier in der einzelnen Zelle zwei gerade, in die Querrichtung fallende Radialwandpartien durch zwei gewellte verbunden, ferner spaltenförmige Poren, an den Tangentialwänden und verbogenen Radialwänden, und zwar dort quer, hier radial gestellt. In der innersten Lage überall gerade Radialwände.

Der Verlauf der Radialwände und die Porenstellung der derbwandigen Zellen lassen darauf schliessen, dass die Klappenränder in der Längsrichtung stärker quellen und schrumpfen, als die übrigen Theile der Fruchtwand, und hieraus ergeben sich die erwähnten Imbibitionsbewegungen.

An einer befeuchteten Frucht wurden die Randzonen der einen Klappe losgetrennt; nach dem Austrocknen war die präparirte Klappe viel weniger verkürzt, als die unversehrte; die losgetrennten Randstreifen krümmten sich beim Trocknen in der Längsrichtung einwärts, offenbar durch den Widerstand des äusseren zarten Gewebes gegen die Contraction der inneren Zellen.

Artanema fimbriatum (Grah.) Don.

Kapsel kuglig, septicid. Geschlossene Kapseln öffnen sich, wenn sie befeuchtet werden, und zwar auch solche, die noch nicht völlig ausgewachsen sind. Nachheriges Austrocknen hat jedoch keinen erneuten Verschluss der einmal geöffneten Frucht zur Folge.

Die Zellen der innersten Lage derbwandig, verholzt, mit stark gewellten Radialwänden versehen, ohne bestimmte Streckung, an den Aussenwänden stärker verdickt, als an den Innenwänden; in letzteren auffallend die grosse Zahl von Poren, bald Canälen, bald verschiedenartig orientirten Spalten; ähnliche Poren zwar auch in den Aussenwänden, aber weniger häufig. Radialwände etwa ebenso stark als die Aussenwände, und zwar nicht nur aussen, sondern auch innen. Die zweitinnerste Schicht verholzte Zellen nur in zerstreuten Gruppen enthaltend; Radialwände derselben gerade.

Die Imbibitionsbewegungen kommen vielleicht dadurch zu Stande, dass die Innenwände der Quellung und Schrumpfung der Radialwände geringeren Widerstand leisten, als die stärker verdickten und weniger porösen Aussenwände.

Craterostigma plantagineum Hochst.

Kapsel bis zur Mitte septicid, ohne deutliche Imbibitionsbewegungen.

Die innerste Lage verholzt bis auf die Aussenwände und den innersten Theil der Innenwände; die Aussenwände zart, Radial- und Innenwände mässig derb, Radialwände gerade, tangentiale Wandflächen isodiametrisch oder in verschiedenen Richtungen etwas gestreckt.

Torenia bicolor Dalz.

Kapsel in dem derben Kelche verborgen, septicid bis zum Grunde; Imbibitionsbewegungen unbedeutend: Geschlossene reife Früchte öffnen sich, wenn sie befeuchtet werden, ein wenig, schliessen sich aber nicht mehr, wenn sie wieder austrocknen.

Die Zellen der innersten Lage verholzt, ihre Aussenwände zart, ihre Innenwände und Radialwände derb, die Dicke der letzteren von aussen nach innen zunehmend, die tangentialen Wandflächen meist quergestreckt (nicht selten auch die ganze Zelle), die Mittellamellen innen wellig, aussen gerade.

Lindernia pyxidaria All.

Kapsel septicid bis zum Grunde, ohne deutliche Imbibitionsbewegungen. Im anatomischen Bau ähnlich *Craterostigma*, aber die Zellen der innersten Schicht nur in der Nähe der Klappenränder verholzt, ferner fast durchweg quergestreckt und in Längsreihen angeordnet.

Curanga amara Iuss.

Etwa wie *Lindernia*. Spalten der Frucht nicht ganz bis zum Grunde reichend. Verholzung der innersten Schicht schwach.

Ilysanthes gratioloides (L.) Benth.

Etwa wie *Lindernia*. Zellen der innersten Lage sehr deutlich Längsreihen bildend.

Zenkerina kamerunensis Engl.

Kapsel loculicid. Imbibitionsbewegungen ? *)

Zellen der zweitinnersten Schicht verholzt, ihre Aussenwände zart, ihre Innen- und Radialwände mässig derb, die letzteren wellig verlaufend, die tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder schwach gestreckt in verschiedenen Richtungen. Innerste Schicht unverholzt, epidermisartig, ihre Zellen mit geraden Radialwänden versehen und häufig quergestreckt.

Hebenstreitia dentata L.

Spaltfrucht, in zwei geschlossen bleibende Theilfrüchte von ungleicher Gestalt zerfallend: Die eine flach, scheibenförmig, die andere auf der Rückenseite einen Längswulst tragend.

Die innersten Schichten zusammengesetzt aus verholzten, derb- und geradwandigen, grösstentheils quergestellten Faserzellen. Das derbe Endocarp nach aussen flügelförmige, längsgestellte Fortsätze entsendend, und zwar in der flachen Theilfrucht 2 seitliche, in der anderen 2 seitliche und 3 dorsale. Die Zellen dieser Endocarp-Fortsätze ebenfalls faserförmig und quergestellt. Das die dorsalen Fortsätze trennende Gewebe zwar zart, aber gleichfalls verholzt.

Dischisma ciliatum (L.) Chois.

Steinfrucht mit 2 Kernen.

In jedem Fruchtblatt mehrere innere Schichten aus derbwandigen, verholzten Zellen bestehend. Zellen der innersten Schicht

*) Die von mir untersuchten Früchte waren noch nicht völlig reif.

bald mit gewellten, bald mit geraden Seitenwänden versehen, in der Nachbarschaft der Bauchnaht und Rückennaht oft quergestreckt, sonst schief gestreckt, von der Rückennaht her aufsteigend. Die übrigen verholzten Zellen meist geradwandig, in der Nachbarschaft der Bauchund Rückennaht quer-, im Uebrigen schiefgestreckt, und zwar so, dass die Zellen der innersten Lage gekreuzt werden.

Selago corymbosa L.

Spaltfrucht, in zwei Theilfrüchte zerfallend.

Mehrere innere Schichten von derbwandigen, verholzten Zellen gebildet. Zellen der innersten Lage geradwandig, faserförmig, meist quergestellt. In den übrigen verholzten Schichten gewellte Radialwände und zwar die Wellung nach aussen hin stärker werdend; ferner nach aussen allmählicher Uebergang aus schief gestreckten in längsgestreckte und isodiametrische Zellformen.

Microdon ovatus (L.) Chois.

Steinfrucht mit einem Kern.

Mehrere innere Schichten aus derbwandigen und verholzten Zellen gebildet, in den seitlichen Theilen des Fruchtblattes dieses Endocarp weit mächtiger als sonst. Zellen der innersten Lage geradwandig, in der dorsalen und ventralen Region quer gestreckt, sonst schief gestreckt (von der Dorsalregion her absteigend). In den übrigen verholzten Schichten Mannigfaltigkeit in der Zellform und -Orientirung und häufige Verbiegung der Radialwände, besonders aussen.

Agathelpis angustifolia (Thbg.) Chois.

Steinfrucht mit einem Kern. Das fruchtbare Fach lässt sich leicht in der Rückennaht spalten.

2 bis 3 auf die innerste folgende Schichten von verholzten, derbwandigen Zellen gebildet, deren Radialwände gewellt und deren tangentiale Wandflächen bald isodiametrisch, bald verschiedenartig gestreckt sind. Zellen der innersten Schicht unverholzt, zartwandig, sehr niedrig, anscheinend mit gewellten Radialwänden versehen und in verschiedenen tangentialen Richtungen gestreckt.

Sibthorpia europaea L.

Kapsel bis unter die Mitte loculicid, mit nur schwachen Imbibitionsbewegungen: Trocken ein wenig geöffnet, feucht annähernd geschlossen.

Verholzte Zellen fehlen, fast überall herrscht Zartwandigkeit. Nur am obersten Rande der stumpf endenden Kapsel die Zellen der beiden innersten Lagen mässig derbwandig. In der innersten Schicht zickzackförmig verbogene Radialwände, nur hier und da gerade Radialwandpartien, welche dann in die Längsrichtung fallen; in der zweitinnersten Schicht Querstreckung und gerade Radialwände.

Capraria biflora L.

Kapsel bis zum Grunde septicid und loculicid, mit schwachen Imbibitionsbewegungen: In trocknem Zustand ein wenig geöffnet,

in feuchtem Zustand vollständig geschlossen oder längs der Scheidewände etwas klaffend.

Die beiden innersten Schichten derbwandig, aber nur die zweitinnerste ein wenig verholzt. Innerste Schicht: Zellen sehr niedrig, faserförmig, gradwandig, meist schief gestellt, von der Ansatzlinie der Scheidewand zur Rückennaht absteigend, nicht selten aber auch in verschiedenen anderen Orientirungen, namentlich in der Nachbarschaft der Rückennaht. In der nächstfolgenden Lage die Zellen höher, derbwandiger, die Mittellamellen ihrer Radialwände bald gerade, bald verbogen, ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder leicht gestreckt in wechselnder Richtung.

Hemiphragma heterophyllum Wall.

Kapsel spät, vielleicht häufig überhaupt nicht aufspringend. Nach Wettstein (l. c.) beerenartig, schliesslich septicid, mit ungetheilten oder 2spaltigen Klappen.

Nur in der äussersten Schicht die Zellwände verholzt (bis auf eine unverholzte äussere Lamelle in den Aussenwänden). Die tangentialen Wandflächen dieser Zellen zumeist etwas längsgestreckt, die Radialwände oder wenigstens ihre Mittellamellen leicht gewellt, in den ersteren radial gestellte Porenspalten. Im übrigen die Zellen des Fruchtgewebes sehr zart. Die der innersten Lage geradwandig, meist schief gestreckt, sowohl von der Scheidewand, als auch von der Rückennaht her nach der mittleren Region der Fruchtblatthälfte absteigend, in jener mittleren Region quer gestreckt.

Scoparia dulcis L.

Kapsel etwa bis zur Mitte septicid und oft ausserdem etwas loculicid, feucht mit gestreckten Klappen, fast geschlossen, trocken mit auswärts gebogenen Klappen, weit geöffnet.

Die beiden innersten Schichten aus derbwandigen verholzten Zellen zusammengesetzt. Innerste Schicht: Zellen geradwandig, faserförmig, schief gestellt, von der Ansatzlinie der Scheidewand zur Rückennaht absteigend. Zweitinnerste Schicht: Weit höher und derbwandiger, tangentiale Wandflächen isodiametrisch oder etwas gestreckt und zwar etwas senkrecht zur Faserrichtung der innersten Schicht, Grenzen zwischen den einzelnen Zellen oft wellig, wobei die Wellen die Fasern der innersten Lage kreuzen.

Aragoa cupressina H. B. K.

Kapsel bis zum Grunde septicid und loculicid, in trocknem Zustande weit geöffnet, feucht geschlossen.

Die 3 bis 4 innersten Schichten aus derbwandigen und verholzten Zellen bestehend. Elemente der innersten Schicht gradwandig, faserförmig, längsgestellt. Zellen der 2—3 folgenden Schichten gleichfalls längsgestreckt aber breiter als die Fasern und mit gewellten Radialwänden versehen.

Die Fasern der innersten Lage sind als Widerstandselemente in der Längsrichtung wirksam gegenüber der Quellung und Schrumpfung des übrigen derben Gewebes.

Wird die innerste Lage entfernt, so zeigt sich eine derartig präparirte Klappe in trocknem und feuchtem Zustande wenig verschieden, in beiden Fällen annähernd flach ausgebreitet. Die unversehrte Klappe hingegen ist in trocknem Zustande in der Längsrichtung gerade gestreckt, in der Querrichtung stark convex gewölbt, in feuchtem Zustande in der Längsrichtung convex und in der Querrichtung ziemlich flach.

Picrorrhiza Lindleyana (Wall.) Wettst.

Kapsel bis zur Mitte septicid und an der Spitze (etwa im obersten Fünftel) loculicid, feucht geschlossen, trocken geöffnet.

Die 3 (an der Rückennaht bis 7) innersten Schichten verholzt und mässig derbwandig. Zellen der innersten Schicht meist schief gestreckt, von der Scheidewand zur Rückennaht absteigend, ihre Radialwände gerade oder leicht verbogen. In dem übrigen derben Gewebe die Radialwände gerade oder verbogen, die tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder leicht gestreckt.

Vielleicht sind auch hier die Zellen der innersten Lage als Widerstandselemente wirksam. Versuche konnten wegen Mangels an Material nicht ausgeführt werden und würden auch bei der geringen Stärke der Imbibitionsbewegungen kaum zu einem deutlichen Ergebniss führen.

Veronica alpina L.

Kapsel in der oberen Hälfte loculicid und weniger tief septicid, in trocknem Zustande durch Auswärtskrümmung der Klappenspitzen geöffnet, feucht geschlossen. Die trockene Kapsel zeigt eine starke Querconvex-Wölbung ihrer Klappenspitzen, während die feuchte Kapsel mehr plattgedrückt ist.

Zellen der innersten Schicht derbwandig, schwach verholzt, faserförmig, mit geraden oder leicht verbogenen Radialwänden versehen, in der Weise orientirt, dass die Längsachsen Curven bilden, welche von der Rückennaht her zur freien Kante der Scheidewand absteigen. In der freien Kante der Scheidewandhälfte der innere Theil des Gewebes ein Bündel faserförmiger Zellen, welche längsgestellt sind, im übrigen die Eigenschaften der vorher genannten Fasern theilen. Auch in der unmittelbaren Nachbarschaft der Rückennaht derbwandige leicht verholzte Zellen ausserhalb der innersten Schicht in der zweit- und drittinnersten Lage, hinsichtlich der Gestalt verschieden.

Bei den Imbibitionsbewegungen spielt eine wichtige Rolle der Widerstand, welchen die längsgestreckten Fasern der Scheidewandkante gegenüber der Quellung und Schrumpfung der benachbarten, zur Scheidewandkante geneigten Fasern ausüben; die herausgelöste Scheidewand biegt sich beim Austrocknen stark nach aussen. Ferner besteht jedenfalls ein Antagonismus zwischen den der Scheidewandkante benachbarten Fasern und den steiler aufgerichteten Fasern in der Umgebung der Rückennaht.*)

---

*) Vgl. Steinbrinck (l. c. 2 und 3). Verf. hat eine grössere Anzahl *Veronica*-Arten untersucht, von denen einige (z. B. *V. agrestis*) ähnliche Imbibitionsbewegungen zeigen wie *V. alsina*. Die Erklärung des Mechanismus scheint mit den hier gegebenen übereinzustimmen.

Lagotis Stelleri (Cham. u. Schlecht.) Baill.

Wahrscheinlich Schliessfrucht. Der obere Theil der Frucht leicht spaltbar längs der Rückennähte.

Mehrere (3—5) innere Lagen von verholzten, mässig derbwandigen Zellen gebildet; Gestalt derselben wechselnd, Radialwände gerade oder verbogen. Zahlreiche punkt- oder häufiger spaltenförmige Poren. Porenspalten ein und derselben Zelle gleichsinnig orientirt, auf den Radialwänden radial gestellt, bei einseitiger Zellstreckung überall senkrecht zur Streckungsrichtung. Diesem inneren derben Gewebe von aussen her angelehnt Bündel verholzter, gerad- und mässig derbwandiger, schlanker Fasern; diese Bündel zumeist längsgestreckt, hier und da durch schiefe Anastomosen verbunden. Auf der Aussenseite der Bündel die Mestomstränge ruhend.

Synthyris Houghtoniana Benth.

Kapsel bis unter die Mitte loculicid, in trocknem Zustande durch Spreizen der Klappen weit geöffnet, nach Befeuchtung die Klappen in der Scheidewandgegend sich berührend, an den Rückennähten häufig klaffend.

Zellen der zweitinnersten Lage derbwandig, verholzt, mit gewellten Radialwänden versehen, meist schief gestreckt und zwar von der Rückennaht zur Scheidewand absteigend, nur in der freien Kante der Scheidewand geradwandig, faserförmig, längsgestellt, sonst wie vor. Hier sowie in der Nachbarschaft der Rückennaht auch die drittinnerste Schicht derbe und verholzte Elemente enthaltend, welche den angrenzenden Zellen der zweitinnersten Lage gleichen. Zellen der innersten Schicht ziemlich zartwandig, unverholzt, mit gewellten Radialwänden, stark schiefgestreckt in demselben Sinne wie die Zellen der zweitinnersten Lage, nur in der freien Kante der Scheidewand geradwandig, faserförmig, längsgestellt.

Mechanismus ungefähr wie bei *Veronica*. Trennt man von einer Klappenhälfte die Scheidewand und die Randparthie los, so krümmt sich der übrig bleibende Streifen beim Austrocknen schief einwärts und zwar um eine Achse, welche der Streckungsrichtung der verholzten Zellen parallel liegt.

Wulfenia carinthiaca Jacq.

Kapsel bis zur Mitte oder noch tiefer septicid und im obersten Theile loculicid, die feuchten Klappen gerade gestreckt, die Frucht annähernd schliessend, die trocknen Klappen unregelmässige Krümmungen zeigend, ihre Spitzen bald auswärts, bald einwärts biegend und dabei mehr oder weniger umfangreiche Oeffnungen der Fruchtwand herstellend.

Die Zellen der beiden innersten Lagen verholzt und mässig derbwandig. Innerste Schicht: Querstreckung, gerade oder schwach verbogene Radialwände. Zweitinnerste Schicht: Tangentiale Wandflächen isodiametrisch oder schwach gestreckt in wechselnder Richtung, Radialwände sämmtlich gerade (besonders in der Klappenspitze), oder neben geraden, quer gestellten Partien wellig verbogene.

Calorhabdos axillaris (Sieb. u. Zucc.) Benth.

Kapsel bis fast zum Grunde septicid und oben (etwa im obersten Drittel) loculicid, trocken geöffnet, feucht geschlossen.

Zellen der innersten Schicht derbwandig, schwach verholzt, faserförmig, quergestellt, nur in der Scheidewandkante und in der Rückennaht längsgestellt; Radialwände im Ganzen gerade erscheinend, aber ihre Mittellamellen nur innen gerade, aussen wellig.

Die experimentelle Ergründung des Mechanismus wird durch die Kleinheit der Frucht sehr erschwert. Es scheint, dass Abtrennung der Klappenränder ein Aufhören der Imbibitionsbewegungen an dem übrig bleibenden Theile zur Folge hat, und dass somit der Mechanismus auf den Gegensätzen zwischen längsgestellten Fasern der Klappenränder und quergestellten der Binnenregion beruht.

Campylanthus salsoloides Roth.

Kapsel bis zum Grunde septicid und fast ebenso tief loculicid, in trocknem Zustande mit auswärts gekrümmten Klappen, feucht mit schwächer auswärts gekrümmten oder gerade gestreckten Klappen, mehr oder weniger vollkommen geschlossen.

Die 1 bis 2 auf die innerste folgenden Schichten aus verholzten, mässig derbwandigen Elementen bestehend. Gestalt derselben wechselnd, häufig Querstreckung, Radialwände gerade oder verbogen; in der Scheidewand stets Längsstreckung und Faserform Innerste Schicht aus unverholzten, zart- und geradwandigen, sehr niedrigen Fasern von sehr mannigfaltiger Orientirung gebildet.

Oreosolen Wattii Hook.

Kapsel septicid bis fast zum Grunde, ohne deutliche Imbibitionsbewegungen.

Die 2—3 innersten Schichten mässig derbwandig und schwach verholzt. Zellen der innersten Schicht geradwandig, faserförmig quergestellt. Die übrigen verholzten Zellen gleichfalls geradwandig, aber bald faserförmig, bald isodiametrisch, im ersteren Falle sehr verschieden orientirt.

Lafuentea rotundifolia Lag.

Kapsel bis unter die Mitte septicid und loculicid, in trocknem Zustande mehr oder weniger vollkommen geschlossen, indem sich die Klappenränder berühren, oder wenigstens einander sehr genähert sind, in feuchtem Zustande geöffnet, indem die Klappen an den Rückennähten auseinanderweichen.

Die Zellen der beiden innersten Schichten verholzt, derb- und geradwandig, faserförmig, schief gestellt; die Fasern der innersten Lage von der Scheidewand zur Rückennaht absteigend, die Fasern der zweitinnersten Lage niedriger, von der Rückennaht zur Scheidewand absteigend, also die inneren Fasern kreuzend.

Die Quellung und Schrumpfung der Radialwände gewinnt in der inneren Faserschicht die Oberhand, und zwar — wenigstens

zum Theil — wohl deshalb, weil hier die Zellhöhe beträchtlicher ist, als in den äusseren Fasern, die als Widerstandselemente fungiren. Eine experimentelle Bestätigung dieser Auffassung liess sich nicht durchführen, da die Trennung der beiden Faserschichten nicht gelang.

Ourisia macrophylla Hook.

Kapsel im oberen Theile loculicid und häufig ausserdem kurz septicid, feucht geschlossen, trocken weit geöffnet.

Die 2 bis 3 (in der Nähe der Rückennaht bis 5) innersten Schichten aus verholzten, mässig derbwandigen Zellen bestehend. Innerste Schicht: Zellen faserförmig, mit geraden oder schwach verbogenen Radialwänden versehen, ihre Längsachsen Curven bildend, welche von der Rückennaht nach der Scheidewand absteigen. In den übrigen verholzten Schichten die Zellen meist quergestreckt, die Fasern kreuzend; Radialwände der einzelnen Zelle gewöhnlich theils gerade und dann quergestellt, theils steil gewellt, mit quer ausgedehnten Wellen, auf den Tangentialwänden nicht selten quergestellte Porenspalten.

Die Zellen der innersten Lage fungiren wahrscheinlich als Widerstandselemente gegenüber der längstangentialen Quellung und Schrumpfung des übrigen derben Gewebes.

Rehmannia glutinosa Lib.

Kapsel bis zur Mitte loculicid, vielleicht ausserdem mitunter auch etwas septicid, trocken geöffnet, feucht geschlossen.

Die 4 (in der Nähe der Rückennaht 6) innersten Schichten aus verholzten, derbwandigen Zellen gebildet. Zellen der innersten Schicht geradwandig, faserförmig, quer gestellt. Ausserhalb der innersten Schicht die tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder schwach gestreckt in wechselnder (am häufigsten in der Quer-) Richtung, die Radialwände gerade oder verbogen. In dem derben verholzten Gewebe von innen nach aussen die Wanddicke zu-, die Zellgrösse abnehmend.

Auf der Aussenseite des derben Gewebes ist somit die Masse der quellenden und schrumpfenden Radialwände grösser als innen, und hieraus sind vielleicht die Imbibitionsbewegungen zu erklären.

Digitalis lutea L.

Kapsel septicid bis zum Grunde, trocken geöffnet, feucht geschlossen.

Die 4—5 innersten Schichten aus verholzten, sehr derbwandigen Zellen zusammengesetzt. Elemente der innersten Schicht geradwandige, quergestellte Fasern. Ausserhalb der innersten Schicht grosse Mannigfaltigkeit der Zellformen, die tangentialen Wandflächen bald isodiametrisch, bald verschiedenartig gestreckt, die Radialwände bald gerade, bald verbogen, nur in der Nachbarschaft der Scheidewand, also an den Klappenrändern, Längsstreckung und gerader Verlauf der Radialwände die Regel bildend; ferner auf der Aussenseite des derben Gewebes die Verbiegungen

der Radialwände stärker, die längsgestreckten Zellformen seltener als in der Nachbarschaft der innersten Schicht.

An den Klappenrändern lassen Geradwandigkeit und Längsstreckung der derbwandigen Zellen auf geringe Ausdehnung und Schrumpfung in der Längsrichtung schliessen, während in den übrigen Theilen der Klappe die Zellgestalten einen unregelmässigen Wechsel aufweisen und dementsprechend wohl auch die Lage der Quellungs- und Schrumpfungslinien. Nur in der innersten Schicht, die sich aus quergestellten Fasern aufbaut, fallen Quellung und Schrumpfung hauptsächlich in die Längsrichtung. Wenn man von den Klappen einer trocknen Kapsel die Randzonen lostrennt, diese Kapsel dann einige Zeit in Wasser liegen und hierauf wieder austrocknen lässt, so bleiben die Klappen auch nach dem Austrocknen mit ihren Spitzen in Berührung: Der einseitig längsgerichtete Widerstand des Randgewebes ist fortgefallen, die ausgeprägt längsgerichtete Contraction der innersten Schicht hat die Oberhand gewonnen. Vgl. Leclerc (l. c.), welcher den Mechanismus der Frucht von *D. purpurea* in anderer Weise darstellt.

Erinus alpinus L.

Kapsel bis zum Grunde loculicid und weniger tief septicid, trocken durch Auswärtskrümmung der Klappen geöffnet, feucht geschlossen.

Die zweitinnerste Schicht deutlich, die innerste höchstens schwach verholzt, beide mässig derbwandig. Zellen der innersten Schicht geradwandig, meist faserförmig, in der Klappenspitze quer gestəllt, weiter unten von beiden Klappenrändern (Rückennaht und Scheidewand) her absteigend und in der Mitte convergirend. In der zweitinnersten Schicht die tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder wenig gestreckt, die Radialwände gewellt, die Wellen vorzugsweise in der Querrichtung ausgedehnt, wenigstens in der Nähe der Klappenspitze.

Escobedia linearis Schlecht.

Kapsel loculicid bis zur Mitte, feucht geschlossen, trocken durch schwaches Spreizen der Klappen etwas geöffnet.

Innerste Schicht epidermisartig, aus unverholzten, gerad- und zartwandigen Zellen gebildet. Mehrere (6—10) auf die innerste folgende Schichten aus verholzten, derb- und geradwandigen Zellen zusammengesetzt, deren tangentiale Wandflächen bald isodiametrisch, bald leicht gestreckt (und zwar gewöhnlich in der Längsrichtung) sind. Auf der Innenseite des verholzten Gewebes Längsstreckung der tangentialen Wandflächen überwiegend, auf der Aussenseite isodiametrische Formen am häufigsten. Gewebe der Scheidewand ziemlich zart.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass quer gestellte Radialwände aussen häufiger sind als innen, und daher dort Quellung und Schrumpfung in der Längsrichtung stärker sind als hier.

Physocalyx major Mart.

Kapsel vom Kelche umhüllt, loculicid bis unter die Mitte, trocken geöffnet, feucht geschlossen. Die trockenen Klappen stark

convex in der Querrichtung, an den feuchten diese Krümmung schwächer.

Zellen der innersten Schicht epidermisartig, unverholzt, gerad- und zartwandig, isodiametrisch. Darüber 2—3 (nur in der äussersten Klappenspitze bis 10) Lagen verholzter, derbwandiger Elemente. In der innersten dieser Schichten die tangentialen Wandflächen längsgestreckt, sehr schmal, die Radialwände gerade, oder neben geraden, längsgestellten Radialwandpartien gewellte, deren Wellen in der Längsrichtung ausgedehnt sind. In den übrigen verholzten Schichten niedrigere, isodiametrische Zellen mit geraden oder leicht verbogenen Radialwänden.

Die Imbibitionsbewegungen erklären sich daraus, dass auf der Innenseite des derben Gewebes die Radialwände fast durchweg in der Längsrichtung, auf der Aussenseite aber sehr häufig auch in der Querrichtung streichen.

Melasma indicum (Benth.) Wettst. (Fig. 4).

Kapsel loculicid bis zum Grunde und ausserdem mehr oder weniger septicid. Die trockenen Klappen gestreckt mit stark einwärts gekrümmten Rändern, die Frucht öffnend, die feuchten Klappen in der Längsrichtung convex, seitlich ausgebreitet, die Frucht schliessend.

Zellen der innersten Schicht unverholzt, zartwandig, ferner anscheinend die Radialwände gerade und die tangentialen Wandflächen isodiametrisch. Die beiden folgenden Schichten derbwandig und schwach verholzt. Zweitinnerste Schicht: Tangentiale Wandflächen isodiametrisch oder annähernd so; in ein und derselben Zelle theils gerade, längsgestellte und ziemlich dünne Radialwandpartien, theils bedeutend stärkere, welche in steilen, längsgestreckten Wellen verlaufen, oder wenigstens derartig verlaufende Mittellamellen enthalten. Drittinnerste Schicht: Wandverdickung weit geringer als in vor, tangentiale Wandflächen isodiametrisch oder schwach gestreckt in wechselnder Richtung, Radialwande gerade oder nur wenig verbogen.

Die Imbibitionsbewegungen kommen in der Weise zustande, dass die quergerichtete Quellung und Schrumpfung der zweitinnersten Lage, bedingt durch das Ueberwiegen längs streichender Radialwände, Widerstand findet an den aussen benachbarten derbwandigen Elementen. Aus der Fruchtwand herausgeschnittene Streifen, in denen das gesammte, die zweitinnerste Lage umgebende Gewebe entfernt, diese also isolirt worden ist, führen nicht mehr die Imbibitionskrümmungen aus, denen sie vorher unterworfen waren, sondern zeigen sich ziemlich unveränderlich in ihrer Gestalt.

Leptorhabdos parviflora Benth.

Kapsel loculicid bis unter die Mitte, feucht geschlossen, trocken weit geöffnet.

Die innerste Schicht von verholzten, geradwandigen, quer gestellten Fasern gebildet, deren Radial- und Innenwände stark verdickt, deren Aussenwände zart sind. Abweichend gebaut

jedoch die Klappenränder und die freie Kante der Scheidewand: in diesen Regionen der innere Theil der Fruchtwand von einem Bündel längsgestellter Fasern eingenommen, deren Wände verholzt, gerade und gleichmässig verdickt sind.

Der Antagonismus zwischen den quergestellten und den längsgestellten Fasern spielt sicherlich eine wichtige Rolle beim Zustandekommen der Imbibitionsbewegungen. Indess wurde manchmal auch an herausgetrennten Fruchtwandstreifen, die nur quergestellte Fasern enthielten, eine leichte Auswärtskrümmung beim Trocknen beobachtet. Vielleicht ist hier die Vertheilung der Wandverdickung innerhalb der einzelnen Zelle wirksam, in ähnlicher Weise wie nach Steinbrinck (l. 4 c. p. 211) in den Kapselzähnen von *Dianthus.*

Esterhazya spec.

Kapsel in der oberen Hälfte oder tiefer septicid und ausserdem oft loculicid, trocken geöffnet, feucht geschlossen.

Die Zellen der 3—5 innersten Schichten verholzt, derb- und geradwandig, faserförmig, quer gestellt, verhältnissmässig hoch und schmal; Zellhöhe, und Zellbreite im Allgemeinen auf der Aussenseite des derben Gewebes beträchtlicher als auf dessen Innenseite. Aus ähnlichen, aber längsgestellten Fasern das innere Gewebe der Scheidewand zusammengesetzt. Auch in der Nachbarschaft der Rückennaht das derbe Gewebe nicht aus quergestellten Fasern gebildet, sondern hier die Zellen oder doch ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch, mannigfach schief gestreckt oder längsgestreckt.

Der längsgerichteten Schrumpfung und Quellung der quergestellten Fasern leisten die längsgestellten Fasern der Scheidewand und der Rückennaht Widerstand. Fruchtklappen, deren Ränder abgetrennt werden, krümmen sich nunmehr beim Austrocknen einwärts: es kommt die Zunahme der Faserbreite von innen nach aussen durch Ueberwiegen der längsgerichteten Contraction auf der Innenseite des derben Gewebes zur Geltung.

Seymeria bipinnatisecta Seem.

Kapsel loculicid bis zur Mitte, trocken ein wenig geöffnet, feucht geschlossen.

Etwa die 5 innersten Schichten von verholzten (oft nur schwach), derb- und geradwandigen, faserförmigen Zellen gebildet. Fasern der Klappenränder (also der Umgebung der Rückennähte) längsgestellt, und die freie Kante der Scheidewand völlig eingenommen von einem starken Bündel gleichfalls längsgestellter Fasern. Abgesehen von diesen Regionen die Fasern im äusseren Theile des derben Gewebes quer oder annähernd so gestellt, im Inneren von unregelmässig wechselnder Orientirung.

Die längsgerichtete Quellung und Schrumpfung der quergestellten Fasern findet Widerstand an den anders orientirten Fasern der inneren Schichten, der Klappenränder und der Scheidewandkante.

Silvia serpyllifolia (H. B. K.) Benth.

Wahrscheinlich Schliessfrucht. An den untersuchten Früchten fehlte, wiewohl die Samen vollständig entwickelte Keimlinge enthielten, jede Spur einer Spaltung, und es liess sich eine solche auch nicht durch Zerren mit den Präparirnadeln herbeiführen.

Die Zellen der 4 innersten Schichten verholzt, gerad- und mässig derbwandig, faserförmig. Fasern in den beiden inneren Lagen meist längs-, in den beiden äusseren meist quergestellt.

Gerardia Greggii Gray.

Kapsel bis fast zum Grunde loculicid; die trocknen Klappen auswärts gekrümmt, die Frucht weit öffnend, die feuchten Klappen gerade aufgerichtet, aber die Frucht nicht schliessend.

Die 4—5 innersten Schichten aus verholzten, derb- und geradwandigen, faserförmigen Elementen aufgebaut. Fasern meist quergestellt, abgesehen vom Klappenrande, woselbst die inneren Fasern längs- oder annähernd so gerichtet. Die freie Kante der Scheidewand von einem starken Bündel längsgestellter Fasern eingenommen; im Uebrigen die letzteren von gleicher Beschaffenheit, wie sonst.

Beim Zustandekommen der Imbibitionsbewegungen spielt der Antagonismus zwischen den längsgestellten Fasern, die sich hauptsächlich an den Klappenrändern und in der Scheidewandkante finden, zweifellos eine wichtige Rolle. Indess dürfte hiermit der Mechanismus noch nicht erschöpfend erklärt sein, da auch an einem Fruchtwandstreifen, der in unmittelbarer Nähe der Scheidewand aus der Klappe herausgeschnitten war, und somit hauptsächlich aus quergestellten Fasern bestand, beim Austrocknen eine starke Auswärtskrümmung eintrat.

Gerardia angolensis Engler.

Kapsel loculicid, in trockenem Zustand geöffnet, feucht anscheinend geschlossen.

Innerste Schicht unverholzt, epidermisartig, zart- und geradwandig, ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch. Die 2—5 folgenden Schichten derbwandig und verholzt. Zweitinnerste Schicht: tangentiale Wandflächen längsgestreckt bis isodiametrisch; gewöhnlich in jeder Zelle theils gerade längsgerichtete Radialwandpartien, theils steil gewellte, deren Wellen sich in der Längsrichtung ausdehnen; auf den Innenwänden ausser punktförmigen Poren, häufig strichförmige, längsgestellte. In der äussersten der verholzten Schichten die tangentialen Wandflächen meist isodiametrisch, die Radialwände in ein und derselben Zelle gewöhnlich theils gerade und quergerichtet, theils gewellt mit quer ausgedehnten Wellen. Von ähnlicher Beschaffenheit wahrscheinlich auch die übrigen verholzten Elemente ausserhalb der zweitinnersten Schicht.

Auf der Aussenseite des verholzten Gewebes wird Quellung und Schrumpfung in der Längsrichtung dadurch begünstigt, dass die Radialwandmassen hauptsächlich quer streichen, dagegen

streichen die Radialwände der Innenseite vorwiegend längs. Experimentelle Untersuchungen konnten wegen Mangel an Material (vor Allem völlig ausgereiften Früchten) nicht vorgenommen werden.

Micrargeria scopiformis (Klotzsch) Benth.

Kapsel loculicid bis zum Grunde, wahrscheinlich hin und wieder gleichzeitig septicid, trocken geöffnet, feucht geschlossen.

Innerste Schicht unverholzt, epidermisartig zart bis auf die mässig verdickten Innenwände; Radialwände verbogen. Die folgenden 3—4 Schichten derbwandig und verholzt, die Radialwände gewöhnlich in jeder Zelle in zwei gerade quergestellte Partien und in zwei gewellte mit quer ausgedehnten Wellen gegliedert. Auch in der Scheidewand mehrere auf die innerste Schicht folgende Schichten von derbwandigen verholzten Zellen gebildet, aber diese mit geraden Radialwänden versehen und in der freien Kante der Scheidewand längsgestreckt.

Die derbwandigen Zellen der Scheidewandkante wirken als Widerstandselemente gegenüber der längsgerichteten Quellung und Schrumpfung in den übrigen Theilen der Frucht, wo die Radialwände hauptsächlich in der Querrichtung streichen. Dies geht daraus hervor, dass eine von der Scheidewand losgetrennte Klappenhälfte ihre bisherigen Imbibitionsbewegungen aufgiebt, indem sie ihre Spitze beim Austrocknen einwärts krümmt. Es muss also ausserhalb der Scheidewand die längsgerichtete Quellung und Schrumpfung auf der Innenseite des derben Gewebes stärker sein, als auf dessen Aussenseite. Aus dem anatomischen Bau sind die Ursachen dieser letzteren Erscheinung nicht ersichtlich.

Radamaea montana Benth.

Frucht geschlossen bleibend, beerenartig.

Nur in den Innenwänden der innersten Schicht schwache Spuren von Verholzung. Diese Innenwände etwas verdickt, die übrigen Wände zart, tangentiale Wandflächen isodiametrisch, Radialwände gerade.

Battonia natalensis Macken.

Nach Wettstein (l. c.) die Frucht eine loculicide Kapsel mit ungetheilten Klappen, vom Kelche umhüllt.

Die untersuchten Früchte waren noch nicht völlig reif und noch geschlossen.

Zellen der innersten Schicht unverholzt, zartwandig, epidermisartig, ihre Radialwände gerade oder leicht verbogen. Elemente der zweitinnersten Schicht verholzt, derb- und geradwandig, sehr hoch (Höhe den Querdurchmesser bedeutend übertreffend), ihre tangentialen Wandflächen deutlich längsgestreckt. Vereinzelte verholzte und derbwandige Zellen auch in anderen Lagen, besonders in der drittinnersten und zweitäussersten.

Sopubia delphinifolia (L.) Don.

Kapsel loculicid bis zum Grunde und ausserdem oft mehr oder weniger tief (nicht selten bis zum Grunde) septicid, trocken

geöffnet, feucht geschlossen. Die trockenen Klappen stärker convex in der Querrichtung als die feuchten.

Zellen der innersten Schicht unverholzt, zartwandig, epidermisartig, ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch, ihre Radialwände gerade. Die beiden folgenden Schichten aus verholzten, derbwandigen Zellen gebildet. In der zweitinnersten Lage die Radialwände gewellt, die tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder annähernd so. Zellen der drittinnersten Lage weit niedriger, jede einzelne zwei gerade quergestellte Radialwandpartien enthaltend und zwei gewellte, deren Wellen sich in der Querrichtung ausdehnen; tangentiale Wandflächen isodiametrisch bis quergestreckt. Vereinzelte derbwandige und verholzte Zellen auch in der nächstfolgenden Schicht.

Die Imbibitionsbewegungen werden verständlich aus den Verschiedenheiten, welche hinsichtlich des Verlaufes der Radialwände zwischen zweit- und drittinnerster Schicht bestehen. Für die letztere ist ein Ueberwiegen der längsgerichteten Quellung und Schrumpfung anzunehmen, für die erstere eine gleichmässige Vertheilung der Quellung und Schrumpfung auf verschiedene Richtungen. Durch Entfernung der Scheidewand werden die Imbibitionsbewegungen nicht beeinflusst.

Centranthera hispida Br.

Kapsel loculicid bis fast zum Grunde, trocken weit geöffnet, feucht geschlossen. Die trockenen Klappen stark convex in der Querrichtung, die feuchten Klappen weit mehr ausgebreitet.

Die innerste Schicht unverholzt, zartwandig, epidermisartig. Die folgenden 2—4 Lagen derbwandig und verholzt. In der zweitinnersten Lage die Radialwände der einzelnen Zelle gewöhnlich gegliedert in zwei gerade, längsgerichtete Theile und zwei steil gewellte, deren Wellen in der Längsrichtung ausgedehnt sind; tangentiale Wandflächen isodiametrisch oder schwach gestreckt nach dieser oder jener Richtung. Auf der Aussenseite des derben und verholzten Gewebes die Radialwände gerade, die tangentialen Wandflächen isodiametrisch bis quer gestreckt, Gewebe der Scheidewand ziemlich zart.

Auf der Aussenseite des derben und verholzten Gewebes fehlt — nach dem anatomischen Befund zu urtheilen — ein erhebliches Ueberwiegen der Quellung und Schrumpfung nach einer bestimmten tangentialen Richtung, vielmehr scheinen jene nach allen Seiten hin annähernd gleich stark zu sein. Dagegen leistet die innerste Schicht offenbar Widerstand in der Längsrichtung, da ihre Radialwandmassen überwiegend in der Längsrichtung streichen. Die Entfernung der Scheidewand bleibt ohne Einfluss auf die Imbibitionsbewegungen. Dagegen lassen sich dieselben beseitigen oder doch stark abschwächen durch Entfernung des ausserhalb der zweitinnersten Schicht befindlichen Gewebes.

Pseudosopubia Hildebrandtii Engler.

Kapsel mehr oder weniger tief loculicid, trocken geöffnet, feucht geschlossen.

Zellen der innersten Lage unverholzt, zartwandig bis auf die etwas derben Innenwände, ihre Radialwände gerade, ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch. In der Klappenspitze die 2—3 folgenden Schichten, weiter unten nur eine von derbwandigen, verholzten Zellen gebildet. Zellen der zweitinnersten Schicht mit gewellten Radialwänden versehen; Dicke und Verbiegung derselben innen beträchtlicher als aussen; tangentiale Wandflächen isodiametrisch oder annähernd so. In den übrigen derben und verholzten Schichten die Zellhöhe geringer, die Radialwandung der einzelnen Zelle in zwei gerade, quergestellte Partien und zwei gewellte, deren Wellen sich in der Querrichtung ausdehnen, gegliedert. Tangentiale Wandflächen isodiametrisch oder schwach gestreckt in wechselnder Richtung. Scheidewand ähnlich gebaut wie der übrige Theil der Frucht.

Im obersten Theile der Frucht bestehen ähnliche Gegensätze zwischen Innen- und Aussenseite des derben Gewebes wie bei *Sopubia.* Dieselben scheinen jedoch von nur untergeordneter Bedeutung für den Mechanismus zu sein. Dagegen scheint die Scheidewand am Zustandekommen der Imbibitionsbewegungen wesentlich betheiligt zu sein, wiewohl sie in ihrem anatomischen Baue nur wenig verschieden ist von den übrigen Theilen der Frucht. Wird nämlich eine angefeuchtete Klappenhälfte von dem ihr anhaftenden Scheidewandtheilstück befreit, so krümmt sie sich beim Austrocknen so stark in der Längsrichtung einwärts, dass man sie als eingerollt bezeichnen kann. Eine Erklärung für diese Erscheinung wurde nicht gefunden.

Buechnera elongata Sw.

Kapsel loculicid bis fast zum Grunde, trocken geöffnet, feucht geschlossen.

Zellen der innersten Schicht unverholzt, zartwandig, ihre Radialwände gerade, ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch. Ihr folgend 2—4 Schichten verholzter und sehr dickwandiger Zellen. Radialwände derselben gewöhnlich in zwei gerade und quergestellte Partien und zwei gewellte, deren Wellen sich in der Querrichtung ausdehnen, gegliedert, besonders deutlich auf der Aussenseite des verholzten Gewebes. Tangentiale Wandflächen auf der Aussenseite des verholzten Gewebes isodiametrisch bis quergestreckt, innen auch häufig längsgestreckt. In der Nachbarschaft der Rückennaht und in der Scheidewand die verholzten Elemente in allen Schichten geradwandig und längsgestreckt.

Bei den Imbibitionsbewegungen sind die geradwandigen Zellen der Klappenränder als Widerstandselemente wirksam; schneidet man einen Randstreifen aus einer Fruchtklappe heraus, so sieht man an denselben beim Austrocknen auf der Binnenseite eine stärkere Verkürzung eintreten, als auf der Randseite. Doch wurde auch an einem der Scheidewand benachbarten Streifen, welcher seitlich von der übrigen Fruchtwand getrennt und nur an seinem unteren Ende mit ihr in Zusammenhang belassen wurde, eine

Auswärtsbewegung beim Austrocknen beobachtet; für diese scheint der anatomische Bau keine Erklärung zu bieten.

Ramphicarpa longiflora Benth. (Fig. 5 und 6.)

Kapsel schief eiförmig, loculicid, aber nur auf einer Seite aufspringend (grösstentheils einfächerig, nur am Grunde zweifächerig), feucht weit geöffnet, trocken geschlossen oder sehr wenig geöffnet.

Zellen der innersten Lage unverholzt, zartwandig und sehr niedrig. Zellen der zweitinnersten Lage derbwandig, aber nur schwach verholzt bis unverholzt. Eine breite der Rückennaht benachbarte Zone ausgezeichnet durch besonders starke Wandverdickungen der zweitinnersten Schicht, sowie durch deren Zellformen: die tangentialen Wandflächen meist quergestreckt; die Radialwände gerade, oder häufiger quergestellte, gerade Radialwandpartien verbunden durch gewellte, deren Wellen sich in der Querrichtung ausdehnen. Von dieser Randzone aus nach der Scheidewand hin die Zellen der zweitinnersten Schicht allmählich andere Eigenschaften annehmend: Wandverdickungen weit geringer, Radialwände durchweg gewellt mit mannigfacher Orientirung der Wellen, tangentiale Wandflächen isodiametrisch oder doch ohne bestimmte Streckung. Vereinzelte derbwandige und verholzte Zellen auch in den beiden nächstfolgenden Schichten.

Da die Klappenränder (die der Rückennaht angrenzenden Regionen) durch stärker verdickte und überwiegend querstreichende Radialwände der derben Zellen von den der Scheidewand näher gelegenen Theilen abweichen, so ist an den Rändern die längsgerichtete Quellung und Schrumpfung stärker, als anderwärts Dies lässt sich deutlich beobachten an einem aus der Fruchtwand herausgeschnittenen Randstreifen von genügender Breite. Derselbe ist in trockenem Zustand gerade gestreckt. Wird er befeuchtet, so krümmt er sich in seiner eigenen Ebene, indem er sich an der Rückennaht viel mehr verlängert, als an der Seite, welche der Scheidewand zugekehrt war.

Striga lutea Lour.

Kapsel loculicid bis zum Grunde, in trockenem Zustand vor der ersten Benetzung geschlossen oder durch eine enge Spalte geöffnet, in feuchtem Zustand weit geöffnet. Die feuchten Klappen in der Längsrichtung auswärts gekrümmt. Beim Wiederaustrocknen die Klappen nicht mehr in die Stellung zurückkehrend, welche sie vor der ersten Durchfeuchtung einnahmen, gewöhnlich sich in der Längsrichtung einwärts biegend.

Zellen der innersten Lage unverholzt, zartwandig, sehr niedrig, ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch, ihre Radialwände gerade oder schwach verbogen. Die Zellen der nächstfolgenden Lage derbwandig, aber nur sehr schwach verholzt, ihre Radialwände meist in steilen; querausgedehnten Wellen verlaufend, stellenweise auch gerade und dann quergestellt, ihre tangentialen Wandflächen längsgestreckt bis isodiametrisch. Dicke der Radialwände an den Klappenrändern beträchtlicher, als in der Nachbar-

schaft der Scheidewand. In unmittelbarer Nähe der Rückennaht auch in der drittinnersten Lage derbwandige und verholzte Zellen, den soeben beschriebenen ähnlich.

Aus dem Verlauf der Radialwände in der zweitinnersten Lage ergiebt sich, dass Quellung und Schrumpfung überwiegend in der Längsrichtung vor sich gehen. Im Uebrigen ist für die Imbibitionsbewegungen zweierlei massgebend: Einmal die Verschiedenheiten in der Radialwanddicke, welche sich innerhalb der zweitinnersten Schicht zwischen Rändern und Binnenregion der Klappe geltend machen; die Radialwanddicke überwiegt an den Rändern und dementsprechend auch hier die längsgerichtete Ausdehnung und Verkürzung. Ferner leistet gegenüber der Quellung und Schrumpfung der zweitinnersten Schicht das ausserhalb derselben gelegene zarte Gewebe Widerstand, namentlich in den mittleren Theilen (Binnenregion) der Klappe; Entfernung desselben hat Aufhebung oder doch Abschwächung der Imbibitionsbewegungen zur Folge.

Harveya squamosa (Thbg.) Steud.

Frucht loculicid, wahrscheinlich aber nicht immer, sondern auch oft geschlossen bleibend. Imbibitionsbewegungen schwach und undeutlich.

Zellen der innersten Lage unverholzt, zartwandig, niedrig, ihre Radialwände gerade, ihre tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder annähernd so. Die zweitinnerste Schicht, hier und da (besonders in der Klappenspitze), auch noch die beiden ihr nach aussen folgenden, aus derbwandigen und verholzten Zellen zusammengesetzt. In der zweitinnersten Schicht die tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder annähernd so, die Radialwände der einzelnen Zelle gewöhnlich in zwei ziemlich zarte gerade und längsgestellte und zwei diese verbindende viel derbere Partien gegliedert, welch letztere wellig (wenigstens in den Mittellamellen) verlaufen; diesen die Tangentialwände in der Dicke ungefähr gleich kommend. In den übrigen derben und verholzten Zellen die tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder ungrfähr so, die Wandverdickungen ziemlich gleichmässig vertheilt, die Radialwände gerade oder nur schwach verbogen.

Castilleja sessiliflora Pursh.

Kapsel bis zur Mitte oder tiefer loculicid, trocken geöffnet, feucht geschlossen.

In der eigentlichen Fruchtwand sowohl wie auch in der Scheidewand die Zellen der 4—6 innersten Schichten verholzt, faserförmig, derb- und geradwandig, in der innersten Faserlage aber viel schwächere Wandverdickungen wie in den übrigen. In der freien Kante der Scheidewand sowie innerhalb zweier ziemlich breiter Zonen an den Klappenrändern die Fasern längsgestellt (nur die der innersten Schicht an den Rändern meist schief nach diesen aufsteigend.) Im übrigen die Fasern im inneren Theil des derben Gewebes überwiegend quergestellt, im äusseren sehr unregelmässig orientirt.

Für die Imbibitionsbewegungen sind die Gegensätze ausschlaggebend, welche sich bei der Quellung und Schrumpfung der längsgestellten Fasern der Klappenränder und der Scheidewandkante einerseits und der quergestellten Fasern in den übrigen Theilen der Frucht geltend machen. Ein Längsstreifen, der in der Nachbarschaft der Scheidewand aus der Fruchtwand herausgeschnitten und nur an seinem unteren Ende in Zusammenhang mit der Fruchtwand belassen wurde, nahm beim Austrocknen an der Auswärtsbewegung der übrigen Klappe nicht Theil, sondern streckte sich lediglich gerade.

Adenostegia capitata (Nutt.) O. Ktze.

Kapsel loculicid bis zum Grunde, ohne erhebliche Imbibitionsbewegungen, in trocknem und in feuchtem Zustande geöffnet.

Die 2 innersten Lagen, innerhalb der freien Kante der Scheidewand die 4 innersten Lagen aus schwach verholzten derb- und geradwandigen, faserförmigen Zellen bestehend. Die Fasern der äussersten Faserschicht überall längsgestellt und innerhalb der Scheidewandkante sowie (innerhalb zweier ziemlich breiter Zonen) an den Klappenrändern auch sämmtliche übrigen Fasern längsgestellt. Im übrigen die Fasern der innersten Schicht quergestellt, nur in der Nähe der längsgestellten Randfasern etwas schief, gegen diese absteigend.

Orthocarpus luteus Nutt.

Oeffnungsweise der Kapsel und ihre Imbibitionsbewegungen wie bei *Adenostegia.*

Die Zellen der beiden innersten Schichten, in der freien Kante der Scheidewand fast sämmtliche Zellen faserförmig, gerad- und ein wenig derbwandig, aber unverholzt. In der Scheidewandkante und in zwei breiten Randzonen der Klappe alle Fasern längsgestellt. Den längsgestellten Fasern der Ränder zunächst Fasern von mannigfach wechselnder Stellung, dann quergestellte Fasern folgend.

Melampyrum silvaticum L.

Frucht loculicid, aber nicht selbstständig aufspringend, sondern durch das Wachsthum der Samen gesprengt, zur Zeit der Reife noch grün, aus lebendem Gewebe bestehend. Samen gross meist einzeln, seltener zu zweien in jeder Frucht gebildet.

Auf der Innenseite der Fruchtwand vereinzelt oder gruppenweise vereinigt derb- und geradwandige, verholzte Zellen von wechselnder Gestalt (tangentiale Wandflächen mannigfach gestreckt oder annähernd isodiametrisch). Diese Elemente offenbar durch das Wachsthum der Fruchtwand aus dem früheren Zusammenhang ihrer Radialwände gebracht und auseinandergerückt.

Tozzia alpina L. (Fig. 7.)

Frucht geschlossen bleibend oder loculicid mit winzigem Spalt.

Mehrere (oft 4) innere Schichten von verholzten, gerad- und mässig derbwandigen, faserförmigen Zellen gebildet. In der innersten Lage die Fasern meist längsgestellt, in den übrigen die Orientirung wechselnd. Zwischen dem verholzten Gewebe und der äusseren Epidermis etwa 4 Lagen zartwandiger, weitlumiger, annähernd isodiametrischer Zellen, welche mit grossen Stärkekörnern dicht vollgepfropft sind. Auch die äussere Epidermis-Stärkekörner, wenn auch weniger reichlich, enthaltend.

Phteirospermum chinense Bunge.

Kapsel loculicid bis zum Grunde, ihre Klappen trocken spreizend, in feuchtem Zustande etwas mehr genähert, aber nicht zusammenschliessend.

Die innersten Schichten, und zwar meist 2, in der Nähe der Rückennähte 3, in der freien Kante der Scheidewand bis 10, aus schwach verholzten, derb- und geradwandigen, faserförmigen Zellen gebildet. In der Nähe der Rückennähte also an den Klappenrändern innerhalb zweier breiter Zonen die Fasern längsgestellt, und dieselbe Faserrichtung in der Scheidewandkante. Im übrigen wechselnde Orientirung, am häufigsten die Fasern schief gestellt, und zwar in der einen Klappenhälfte vom Klappenrande nach der Scheidewand, in der andern von der Scheidewand nach dem Klappenrande absteigend.

Euphrasia Rostkoviana Hayne.

Kapsel loculicid bis zum Grunde, mit unbedeutenden Imbibitionsbewegungen, sowohl trocken als auch feucht geöffnet, wenn auch in letzterem Falle etwas weniger weit.

An den Klappenrändern und in der freien Kante der Scheidewand die innersten Schichten (etwa 8) aus schwach verholzten derb- und geradwandigen faserförmigen, längsgestellten Zellen bestehend. Im übrigen die innerste Lage aus ähnlichen Faserzellen gebildet; diese aber unverholzt und in der Nähe des Klappenrandes schief gestellt, von diesem nach der Scheidewand absteigend, in der Nähe der Scheidewandkante quergestellt. Vgl. die ähnlichen Angaben Leclerc's (l. c.)

Omphalothrix longipes Maxim.

Kapsel loculicid bis fast zum Grunde, in feuchtem Zustande nahezu geschlossen, trocken durch Auswärtsbiegung der Klappen geöffnet.

Im anatomischen Bau grosse Aehnlichkeit mit *Euphrasia,* aber die ausserhalb der Scheidewand und der Klappenränder gelegenen Fasern überwiegend quergestellt.

Die Imbibitionsbewegungen beruhen auf dem Gegensatz zwischen den längsgestellten Fasern der Scheidewand und der Klappenränder einerseits und den quergestellten Fasern andrerseits. Schneidet man aus der Fruchtwand einen Längsstreifen heraus, der nur quergestellte Fasern enthält, so unterbleibt an demselben nicht nur die bisherige Auswärtskrümmung beim Aus-

trocknen, sondern es tritt sogar mitunter Einwärtskrümmung an ihre Stelle. Diese Einwärtskrümmung ist aus der anatomischen Structur nicht mit Sicherheit zu erklären. Möglicherweise ist dabei ein Widerstand des zarten, äusseren Gewebes wirksam.

Parentucellia viscosa (L.) Car.

Kapsel oberhalb der Mitte loculicid, feucht geschlossen, trocken durch starkes Spreizen der Klappen geöffnet.

Die 4—6 (in der freien Kante der Scheidewand eine noch grössere Anzahl) innersten Schichten aus verholzten derb- und geradwandigen, faserförmigen Zellen bestehend. Diese Fasern an den Klappenrändern und in der Scheidewandkante längsgestellt, sonst meist quer gestellt.

Die Imbibitionsbewegungen erklären sich in derselben Weise wie bei *Omphalothrix*, was wiederum durch den erwähnten Versuch festgestellt wurde. Mehrfach konnte an Fruchtwandstreifen, welche nur quergestellte Fasern enthielten, beim Austrocknen eine starke Einwärtskrümmung in der Längsrichtung beobachtet werden.

Orthantha lutea (L.) Kern.

Kapsel loculicid bis zum Grunde, feucht annähernd geschlossen, trocken geöffnet.

Die innersten Schichten, und zwar meist 2, an den Rändern etwa bis 4, in der freien Kante der Scheidewand etwa bis 8, aus schwach (am stärksten in der Scheidewandkante) verholzten, derb- und gradwandigen faserförmigen Zellen gebildet. Diese Fasern an den Klappenrändern und in der Scheidewandkante meist längsgestellt, sonst meist quer gestellt. Da wo nur 2 Faserschichten vorhanden, die inneren Fasern viel niedriger und weniger derbwandig (mitunter mit ziemlich schwachen Wandverdickungen) als die äusseren.

Der Antagonismus zwischen längs- und quergestellten Fasern ist wohl auch hier beim Zustandekommen der Imbibitionsbewegungen wirksam, aber nicht allein. Denn aus der Fruchtwand herausgeschnittene Längsstreifen, welche nur quergestellte Fasern enthalten, krümmen sich beim Austrocknen gleichfalls in der Längsrichtung nach aussen. Es scheint somit, dass die längsgerichtete Quellung und Schrumpfung in der äusseren Faserschicht, vielleicht in Folge der grösseren Radialwanddicke, beträchtlicher ist als in der inneren, und diese letztere Widerstand leistet.

Odontites rubra Pers.

Etwa wie *Orthantha*, aber die Scheidewandkante ganz ausgefüllt von einem Bündel längsgerichteter Fasern.

Die Imbibitionsbewegungen sind, wie Versuche zeigten, auf den Antagonismus zwischen längsgestellten und quergestellten Fasern zurückzuführen.

Bartschia alpina L. (Fig. 8 und 9).

Kapsel bis unter die Mitte loculicid, trocken durch Auswärtskrümmung der Klappen geöffnet, feucht nahezu geschlossen.

Die Zellen der innersten Schichten verholzt, derb- und geradwandig, faserförmig. Die freie Kante der Scheidewand ganz ausgefüllt von einem starken Bündel derartiger Fasern, welche längsgestellt sind. An den Klappenrändern bis 10 Schichten von Fasern, welche aussen meist quer, innen meist längsgestellt sind. Im übrigen 4—6 Schichten von quer oder etwas schief (von den Klappenrändern nach der Scheidewand absteigend) gestellten Fasern.

Die Imbibitionsbewegungen sind auch hier zurückzuführen auf den Antagonismus zwischen quer oder annähernd so und längs orientirten Fasern. Aus der Fruchtwand geschnittene Längsstreifen, welche nur quer oder nahezu so orientirte Fasern enthalten, sind nach dem Austrocknen meist völlig gerade gestreckt.

Bellardia Trixago (L.) All.

Kapsel oberhalb der Mitte oder tiefer loculicid, trocken etwas geöffnet, feucht geschlossen.

Zahlreiche, oft über 20 innere Schichten, aus derb- und geradwandigen verholzten Zellen zusammengesetzt. Diese überwiegend faserförmig, aussen oft auch isodiametrisch. Die Fasern auf der Aussenseite des derben Gewebes meist quer, auf der Innenseite meist längsgestellt; in der Nähe der Scheidewandkante wechselnde Orientirung; jene selbst von einem Bündel längsgestellter Fasern eingenommen. Zahl der derben und verholzten Schichten von den Klappenrändern bis zum Faserbündel der Scheidewandkante abnehmend. Fasern der innersten Lage weniger derbwandig als die übrigen und weniger regelmässig orientirt.

Fistularia crista-galli (L.) Wettst. (= *Rhinanthus minor* Ehrh.)

Kapsel vom Kelche umhüllt, loculicid bis zum Grunde, in feuchtem Zustande mit gestreckten Klappenrändern und nur durch eine schmale Spalte geöffnet, in trockenem Zustande mit unregelmässig verbogenen Klappenrändern, weit klaffend.

Die innersten Schichten aufgebaut aus verholzten, gerad- und mässig derbwandigen, faserförmigen Zellen, die freie Kante der Scheidewand von derartigen Fasern, welche hier längsgestellt sind, ganz erfüllt. Im übrigen die Fasern an den Klappenrändern bis 5, sonst zwei Schichten bildend. An den Klappenrändern die Fasern meist längsgestellt, in einer benachbarten Region sehr unregelmässig orientirt, endlich in der Nähe der Scheidewand vorherrschend quergestellt.

Aus dem Wechsel der Faserstellung erklärt sich die Unregelmässigkeit der Imbibitionsbewegungen. Vgl. die abweichende Darstellung Steinbrinck's)bc. 2).

Pedicularis verticillata L.

Kapsel schief endend, indem die beiden Fruchtblätter ungleich hoch sind, an dem niedrigeren Fruchtblatte loculicid bis fast zum Grunde; das höhere ungetheilt bleibend oder weniger tief gespalten. Deutliche Imbibitionsbewegungen fehlend.

In der freien Kante der Scheidewand (nur schwach hervortretend) und in der Nachbarschaft der Rückennähte etwa die 4 innersten Schichten, im übrigen nur die innerste Schicht aus verholzten, derbwandigen, faserförmigen Zellen zusammengesetzt. Fasern in der Nachbarschaft der Rückennähte und in der Scheidewandkante längsgestellt, geradwandig, im übrigen oft mit leichter Verbiegung der Radialwände, quer oder schief gestellt, und zwar im kürzeren Fruchtblatt von der Rückennaht zur Scheidewand, im längeren von letzterer zur Rückennaht absteigend.

Lamourouxia cordata Cham. et Schlecht.

Kapsel loculicid, in trockenem Zustande durch starkes Spreizen der Klappenspitzen geöffnet, feucht geschlossen.

Die innersten Schichten (an den Klappenrändern bis 8, in der freien Kante der Scheidewand bis 10, sonst 3—5) aus verholzten, derb- und geradwandigen, faserförmigen Zellen bestehend. In der Scheidewandkante die Fasern längsgestellt, ebenso an den Klappenrändern mit Ausnahme einer bis mehrerer äusserer Schichten quergestellter Fasern. An diese Randregion grenzend eine Region, deren Faserschichten aussen Querstellung, innen wechselnde Orientirung ihrer Elemente aufweisen. In der Nachbarschaft der Scheidewand endlich sämmtliche Fasern quergestellt.

An einer Klappe wurde ein Fruchtwandstreifen aus der Nachbarschaft der Scheidewand herausgeschnitten und nur an seinem unteren Ende in Zusammenhang mit der Klappe belassen. Beim Austrocknen neigte sich dieser Streifen einwärts, während die übrigen Klappentheile die gewöhnliche Auswärtsbewegung ausführten. Auch hier ist also ein Antagonismus zwischen quergestellten und längsgestellten Fasern ausschlaggebend.

Schwalbea americana L.

Kapsel loculicid (nach Wettstein l. c.). Die untersuchten Früchte waren geschlossen und anscheinend noch nicht völlig ausgereift. Die künstlich getrennten Klappen liessen keine deutlichen Imbibitionsbewegungen wahrnehmen.

Die 5—10 innersten Schichten aus verholzten, derbwandigen Zellen zusammengesetzt, die schwächsten Wandverdickungen in der innersten Lage. In der Klappenspitze die tangentialen Wandflächen etwa isodiametrisch, die Radialwände gerade oder fast gerade, weiter unten die tangentialen Wandflächen oft längsgestreckt, die Radialwände innerhalb der einzelnen Zelle entweder durchweg gewellt oder gerade Radialwandpartien, die quer oder etwas schief gestellt sind, zwischen die gewellten eingeschaltet; Wellen quer oder etwas schief (oft von der Rückennaht zur Scheidewand absteigend) ausgedehnt. Zellhöhe von innen nach aussen zunehmend. Im Innern des derben Gewebes auch die Tangentialwände häufig stark verbogen. In der Scheidewand die Zahl der derben Schichten gering, ihre Wandverdickungen schwach, ihre Radialwände gewellt.

Siphonostegia chinensis Benth.

Kapsel von dem röhrenförmigen Kelche überragt, loculicid, und zwar auf der einen Seite bis zum Grunde, auf der anderen weniger tief, in trockenem Zustande geöffnet, feucht geschlossen.

Die 2 innersten, an den Klappenrändern die drei innersten Schichten aus verholzten, derbwandigen, längsgestreckten Zellen bestehend; Radialwände derselben in der Scheidewand und meist auch an den Klappenrändern durchaus gerade, im übrigen wellig verbogene Mittellamellen enthaltend. Zellen der innersten Schicht viel niedriger und weit weniger derbwandig, als die der zweitinnersten, ihre Radialwände zahlreiche, radial gestellte Porenspalten enthaltend. Wände der zweitinnersten Lage fast bis zum Schwinden des Lumens verdickt.

Wird in einer Klappe die Scheidewand herausgeschnitten, so beobachtet man an jedem der beiden übrig gebliebenen Streifen beim Austrocknen nicht nur ein Unterbleiben der bisherigen Auswärtskrümmung, sondern sogar eine starke Einwärtskrümmung; durch Entfernung des zarten Gewebes ausserhalb der beiden innersten Schichten wird diese Einwärtskrümmung erheblich abgeschwächt, sie ist aber auch dann noch sichtbar, wenn überdies die innerste Lage entfernt, die zweitinnerste also allein übrig geblieben ist. Hieraus ergiebt sich zunächst, dass innerhalb der Scheidewand Quellung und Schrumpfung in der Längsrichtung schwächer sind als anderwärts; dies ist darauf zurückzuführen, dass die derben Zellen (d. h. die der beiden innersten Lagen) in der Scheidewand längsgestreckt und gleichzeitig durchaus geradwandig, im übrigen gleichfalls längsgestreckt sind, aber in ihren Radialwänden stark verbogene Mittellamellen enthalten, so dass ein grosser Theil der Radialwandschichten in der Querrichtung streicht; in der innersten Schicht deuten die radial gestellten Porenspalten der Radialwände darauf hin, dass auch Eigenthümlichkeiten des molecularen Baues der Membran bei der starken längsgerichteten Quellung und Schrumpfung betheiligt sind; die Poren der zweitinnersten Lage jedoch zeigen meist die gewöhnliche Form von Kanälen. Die Einwärtskrümmung, welche die nach Entfernung der Scheidewand übrig gebliebenen Klappenstreifen beim Austrocknen zeigen, beruht, wie aus den erwähnten Versuchen hervorgeht, hauptsächlich auf dem Widerstand des ausserhalb der zweitinnersten Schicht gelegenen zarteren Gewebes, zum Theil aber auch auf Spannungsdifferenzen innerhalb der zweitinnersten Schicht selbst.

Bungea trifida (Vahl) A. A. Mey. (Fig. 10, 11, 12).

Kapsel loculicid, aber nur seitlich, dagegen oben und unten in Zusammenhang bleibend, trocken geschlossen, feucht weit geöffnet. Reife Früchte öffnen sich bereits, nachdem sie 2 Minuten in kaltem Wasser gelegen haben. Auch unreife Früchte werden durch Benetzung dazu gebracht, sich zu öffnen, allerdings weniger rasch.

Zellen der innersten Schicht zartwandig, unverholzt, niedrig in ihren Umrissen nicht deutlich erkennbar, anscheinend früh zerstört. Die folgende Lage, häufig auch noch eine zweite, stellenweise überdies eine dritte, aus derbwandigen, verholzten Zellen aufgebaut, deren Höhe im Allgemeinen von den Rückennähten nach der Scheidewand hin zunimmt. Zellen der zweitinnersten Schicht radial gestreckt. Auf ihrer Innenseite die Radialwände sehr stark verbogen und auch die Innenwände theilweise eingestülpt; die Verzweigung der Zellen geht hier so weit, dass die von verschiedenen Seiten her in die Zelle eindringenden Lappen zusammentreffen, das Lumen einer jeden Zelle auf eine Anzahl enger Kanäle reducirt wird, und die Grenzen gegen benachbarte Zellen nicht mehr aufzufinden sind; in Flächenansicht betrachtet, erscheint die Innenseite dieser Schicht mosaikartig, mitunter glaubt man kleine, dicht aneinander schliessende Zellen mit geraden Radialwänden zu erblicken, offenbar eine Folge des starken Druckes, welchen die Wandmassen bei ihrem Wachsthum aufeinander ausgeübt haben.

Im mittleren Theil dieser Zellen gleichfalls verbogene Radialwände mit mannigfach orientirten Wellen, die jedoch nicht im Centrum der Zelle zusammentreffen, das Lumen nicht verdrängen. Aehnlich die Aussenseite der zweitinnersten Schicht, doch hier häufig auch gerade, quergestellte Radialwandpartien auftretend, und die Wellen vorzugsweise in der Querrichtung ausgedehnt. Aehnlich der Verlauf der Radialwände in der nächstfolgenden drittinnersten Lage; die quergestellten geraden Radialwandpartien hier noch häufiger, die Wellen noch ausgeprägter quer gestreckt. Die Tangentialwand, welche die Zellen der beiden verholzten Schichten trennt, ist gewöhnlich ebenfalls stark verbogen.

Auf der Innenseite der zweitinnersten Schicht sind, wie oben gezeigt wurde, radial geschichtete Wandmassen angehäuft und weit reichlicher vorhanden als weiter ausserhalb. Daraus ergiebt sich, dass die Quellung und Schrumpfung in allen tangentialen Richtungen hier am stärksten ist. In der Querrichtung findet diese Quellung und Schrumpfung Widerstand durch das häufige Auftreten querstreichender Radialwandpartien im äusseren Theil der zweitinnersten und in der drittinnersten Lage. Infolgedessen büssen die Fruchtklappen die Quer-convex-Krümmung, welche sie in trockenem Zustande zeigen, bei Wasseraufnahme ein, indem sie sich in der Querrichtung mehr gerade strecken, also auswärts bewegen, die Frucht öffnen.

Eingehende experimentelle Untersuchungen sind hier, bei bei dem allmählichen Uebergang der verschieden gestalteten Radialwandmassen ineinander, nicht durchführbar. Doch wurde festgestellt, dass Fruchtwandstreifen, welche nur die möglichst frei präparirte zweitinnerste Schicht enthielten, gleichfalls in trockenem Zustand quer-convex gekrümmt waren, woraus hervorgeht, dass der für die Imbibitionsbewegungen massgebende Antagonismus auch innerhalb jener einen Schicht ausgeprägt ist.

Monochasma Sheareri Maxim.

Aeusserlich der vorigen ähnlich. Frucht auch hier seitlich loculicid und in feuchtem Zustand geöffnet, trocken geschlossen, eine Erscheinung, die auch bei recht jungen Früchten sich beobachten lässt. Doch bildet sich nur auf einer Seite ein Spalt, über der Rückennaht des einen, grösseren Faches, während das andere, weit kleinere, geschlossen bleibt.

Zellen der innersten Lage unverholzt und zartwandig. Elemente der nächstfolgenden Schicht mässig derbwandig, nicht deutlich verholzt,*) ausgesprochen radial gestreckt; ihre Radialwände im inneren Theile stärker verdickt als aussen, ferner innen gewellt mit mannigfach orientirten Wellen, aussen theils quergestellte, gerade Radialwandpartien, theils gewellte, deren Wellen in der Querrichtung ausgedehnt sind.

Die Imbibitionsbewegungen erklären sich aus den Verschiedenheiten, welche in der Dicke und im Verlauf der Radialwände zwischen Innen- und Aussenseite der zweitinnersten Lage bestehen.

Heteranthia decipiens Nees et Mart.

Kapsel septicid bis zum Grunde, zur Reifezeit in feuchtem Zustande wenig in trockenem Zustande weiter geöffnet. Die trockenen Klappen in der Querrichtung stark convex gebogen, die feuchten mehr ausgebreitet.

Anscheinend die innerste Schicht aus zartwandigen unverholzten Zellen gebildet, aber zur Zeit der Fruchtreife grösstentheils zerstört, nur noch in vereinzelten Fetzen erhalten. Die beiden folgenden Lagen, aus verholzten, derbwandigen, radial abgeplatteten Zellen mit gewellten Radialwänden bestehend. Die Wellen der Radialwände in der inneren der beiden derben Schichten zur Ausdehnung in der Längsrichtung, in der äusseren zur Ausdehnung in der Querrichtung neigend. Hier ferner die Verdickung der Radialwände etwas schwächer, als in der zweitinnersten Lage.

Die Imbibitionsbewegungen beruhen offenbar auf dem Antagonismus zwischen den überwiegend längs streichenden Radialwänden der inneren und den überwiegend quer streichenden der äusseren derben Lage. Da in der inneren die Radialwände derber sind, gewinnen hier Quellung und Schrumpfung die Oberhand.

Velloziella dracocephaloides (Vell.) Baill.

Kapsel mir nur aus Bruchstücken bekannt, loculicid. Die trockenen Klappen annähernd flach ausgebreitet, die feuchten stärker convex gewölbt.

Die 3—8 innersten Schichten aus verholzten und mässig derbwandigen Zellen gebildet. Die Zahl dieser Schichten von der Klappenspitze abwärts und von den Klappenrändern nach der Scheidewand hin abnehmend. In der innersten Lage theils gerade,

*) Die untersuchte Frucht war noch nicht völlig gereift. Vielleicht wird später die Verholzung deutlicher und die Wanddicke beträchtlicher.

Radialwandpartien, und diese längs- oder annähernd so gerichtet, theils gewellte mit längs- oder ungefähr längs ausgedehnten Wellen; meist beide Formen innerhalb der einzelnen Zelle vereinigt; zahlreiche spaltenförmige Poren, oft von beträchtlicher Länge, sehr häufig längsgestellt. Auf der Aussenseite des derben und verholzten Gewebes die Radialwände überwiegend gerade; wo wellenförmige Verbiegungen vorkommen, diese zumeist iu der Querrichtung ausgedehnt; spaltenförmige Poren gleichfalls reichlich vorhanden und sehr häufig quergestellt.

Uebersicht der anatomischen Merkmale.

In diesem Abschnitte versuche ich die im speciellen Theile behandelten anatomischen Thatsachen kurz zusammenzufassen. Der Zusammenhang zwischen anatomischer Struktur und physiologischer Funktion soll hierbei unberücksichtigt bleiben, da derselbe nicht überall so klar hervortritt, wie bei den mit deutlicher Imbibitions-Beweglichkeit ausgerüsteten Früchten, auf welche später noch besonders eingegangen werden wird, und welche durch zahlreiche Zwischenformen in andere biologische Typen übergehen.

Für das Gebiet der Systematik liefert die nachstehende Zusammenstellung nicht viel an positiven Ergebnissen. Als allgemeiner Charakterzug kann, wie schon früher angedeutet, folgendes hervorgehoben werden: Bei den allermeisten *Scrophulariaceen* sind derbwandige und verholzte Zellen an der Innenseite der Fruchtwand angehäuft in einer Schicht oder in mehreren zusammenhängenden Schichten. In der Richtung von innen nach aussen beginnt Derbwandigkeit und Verholzung entweder mit der innersten Schicht selbst, oder, und zwar seltener, erst mit der zweitinnersten Schicht. Ausserhalb des verholzten, derbwandigen Gewebes findet man zartwandige, unverholzte Zellschichten, welche nach aussen von einer typischen Epidermis, die gleichfalls unverholzt und bis auf die mehr oder weniger verdickten Aussenmembranen zartwandig ist, abgeschlossen werden. Einige wenige Ausnahmen von dieser Regel ergeben sich aus nachstehender Uebersicht. Ferner wird sich zeigen, dass nahe verwandte Gattungen im anatomischen Bau ihrer Früchte grosse Verschiedenheiten darbieten können und dass bei einseitiger Betonung anatomischer Merkmale der Früchte Gattungen zusammengebracht werden, die gewiss in keiner näheren Verwandtschaft stehen. Indess konnte ich mich nicht entschliessen, die Gruppe der *Selagineae*, welche unter den *Scrophulariaceen* ziemlich scharf abgesondert dasteht, und der früher der systematische Rang einer Familie zuerkannt wurde, auf Grund der Frucht-Anatomie zu zersplittern. Diese Gruppe soll daher in einem besonderen Anhang Berücksichtigung finden.

Scrophulariaceae (excl. *Selagineae*).

A. Zellen der innersten Schicht faserförmig, derb- und meist geradwandig, meist verholzt.

a) Die ausserhalb der innersten Schicht vorkommenden derbwandigen und verholzten Zellen gleichfalls faserförmig (in anderer Gestalt höchstens vereinzelt, nicht in zusammenhängenden Schichten).

α. Derbwandige und verholzte Zellen (wenigstens abgesehen von der Scheidewandkante und der Nachbarschaft der Rückennaht) auf die innerste Schicht beschränkt, quer- oder seltener etwas schief gestellt.
Calceolaria — *Mimulus* — *Ambulia* — *Veronica* — *Calorhabdos* — *Leptorhabdos* — *Euphrasia* — *Omphalothrix* — *Pedicularis*.

β. Zwei oder mehr innere Schichten aus derbwandigen und verholzten Zellen bestehend.

I. Diese Zellen in der Nachbarschaft der Scheidewand sämmtlich quergestellt; diese Region der quergestellten Fasern oft bis dicht an die Rückennaht heranreichend.

1. Zwei Schichten derbwandiger und verholzter Zellen (ausg. Rückennaht und Scheidewandkante).
Orthocarpus — *Orthantha* — *Odontites* — *Fistularia*.

2. Mehr als zwei Schichten derbwandiger und verholzter Zellen.
Wightia — *Paulownia* — *Esterhazya* — *Gerardia* — *Parentucellia* — *Bartschia* Fig. 8, 9. — *Lamourouxia*.

II. Zwei Schichten schief, einander parallel gestellter Fasern, diese in der einen Klappenhälfte gegen die Scheidewand, in der anderen von jener absteigend.
Phtheirospermum.

III. Mehr als zwei Schichten von Fasern. Letztere (wenigstens in der Nähe der Scheidewand) innen quer, aussen unregelmässig gestellt.
Castilleja.

IV. Zwei Schichten von Fasern. Diese innen quer, aussen längsgestellt.
Adenostegia.

V. Mehr als zwei Schichten von Fasern. Diese aussen quer, innen unregelmässig gestellt.
Scrophularia — *Seymeria*.

VI. Mehr als zwei Schichten von Fasern. Diese aussen quer, innen längsgestellt.
Silvia — *Bellardia*.

VII. Zwei Schichten schief gestellter Fasern. Die Fasern der innersten Schicht von der Scheidewand zur

Rückennaht absteigend, von den Fasern der nächstfolgenden Schicht gekreuzt.

Nemesia — *Lafuentea.*

VIII. Mehr als zwei Schichten von Fasern. Diese innen längs-, aussen unregelmässig gestellt. Aeusserer Theil der Fruchtwand von einem stärkeerfüllten Speichergewebe gebildet.

Tozzia (Fig. 7)

b) Die ausserhalb der innersten Schicht gelegenen derbwandigen und verholzten Zellen nicht oder (selten) nur theilweise faserförmig: häufig innerhalb der einzelnen Zelle zwei gerade Radialwandpartien durch zwei gewellte verbunden, und die geraden quer oder etwas schief gestellt, die Wellen der gewellten in gleicher Richtung ausgedehnt.

α. Fasern der innersten Schicht quer gestellt.

I. Zwei derbwandige, verholzte Schichten. Gewellte Radialwandpartien ausserhalb der innersten Schicht vorkommend. (Etwas abweichend *Anticharis.*)

1. In der zweitinnersten Lage die Wandverdickung im inneren Theile der einzelnen Zelle beträchtlich überwiegend.

Hemimeris (Fig. 2).

2. In der zweitinnersten Schicht die Wandverdickung der einzelnen Zelle keine Ungleichmässigkeit nach bestimmter Regel zeigend.

Anticharis (innerste Schicht unverholzt und ziemlich zart) — *Tetranema* — *Achetaria* — *Wulfenia* — *Erinus.*

II. Mehr als zwei derbwandige und verholzte Schichten.

1. Radialwände durchweg gerade.

Oreosolen.

2. In der zweitinnersten Schicht gewellte Radialwandpartien vorkommend.

Rehmannia — *Digitalis.*

β. Fasern der innersten Schicht schief gestellt, von der Scheidewand zur Rückennaht absteigend.

I. Zwei derbwandige, verholzte Schichten.

1. Radialwände durchweg gerade.

Diascia.

2. In der zweitinnersten Schicht gewellte Radialwandpartien vorkommend.

Peliostomum — *Alonsoa* — *Freylinia* — *Manulea* — *Chaenostoma* — *Sutera* — *Sphenandra* — *Phyllopodium* — *Polycarena* — *Zaluzianskia* — *Morgania* — *Stemodia* — *Adenosma* — *Tetraulacium* — *Conobea* — *Bacopa* — *Capraria* — *Scoparia.*

II. Mehr als zwei derbwandige, verholzte Schichten.
1. Radialwände durchweg gerade
Ixianthes — *Anastrabe* — *Bowkeria.*
2. Gewellte Radialwandpartien in der zweitinnersten Schicht vorkommend.
Verbascum — *Celsia* — *Staurophragma Leucophyllum* — *Pentastemon* — *Gratiola* — *Picrorrhiza.*

γ. Fasern der innersten Schicht schief gestellt, von der Rückennaht zur Scheidewand absteigend. Zwei oder mehr derbwandige, verholzte Schichten. Gewellte Radialwandpartien ausserhalb der innersten Schicht vorkommend.
Russelia — *Ildefonsia* — *Mimelanthe* (in der innersten Schicht die Zellstreckung oft gering und die Radialwände häufig verbogen) — *Ourisia.*

δ. Fasern der innersten Schicht längsgestellt. Mehr als 2 derbwandige verholzte Schichten. Gewellte Radialwandpartien ausserhalb der innersten Schicht vorkommend.
Aragoa.

ε. Fasern der innersten Schicht unregelmässig orientirt, unverholzt und ziemlich schwachwandig. Ihr folgend eine oder zwei Schichten von verholzten, derbwandigen Elementen, deren Radialwände theilweise gewellt sind.
Camphylanthus.

B) Zellen der innersten Schicht nicht faserförmig.

a) Derbwandige und verholzte Zellen auf die innerste Schicht beschränkt, selten stellenweise auch in der zweitinnersten vorhanden.

In der innersten Schicht:

α. Radialwände gerade. Wandverdickung innen überwiegend.
I. Querstreckung.
Lindernia (Verholzung nur an den Klappenrändern) — *Ilysanthes.*
II. Tangentiale Wandflächen isodiametrisch oder leicht gestreckt in wechselnder Richtung.
Craterostigma.
III. Tangentiale Wandflächen isodiametrisch.
Radamaea.

β. Radialwände gewellt (wenigstens in den Mittellamellen).
I. Querstreckung, wenigstens in den tangentialen Wandflächen. Wandverdickung innen überwiegend.
Leucocarpus — *Torenia* — *Curanga.*
II. Radialgestreckte bis isodiametrische Zellen. Wandverdickung gleichmässig oder innen überwiegend.
Microcarpaea — *Glossostigma.*
III. Zellen ohne bestimmte Streckung. Aussenwände stärker verdickt als die Innenwände.
Artanema.

b) Die innerste Schicht und eine oder mehrere benachbarte derbwandig und verholzt.

α. Radialwände in der zweitinnersten Schicht gerade, selten und dann nur schwach, verbogen. Nur die beiden innersten Schichten verholzt und derbwandig.

I. Zellen der zweitinnersten Schicht (wenigstens im obersten Theile der Frucht) überwiegend oder häufig radial gestreckt und ihre tangentialen Wandflächen meist oder oft isodiametrisch.

1. Wandverdickung in der zweitinnersten Schicht hauptsächlich an den Radialwänden und Aussenwänden.

* Radialwände der innersten Schicht theilweise gewellt.

Elatinoides.

** Radialwände der innersten Schicht gerade.

Antirrhinum — *Chaenorrhinum* (Fig. 3) — *Simbuleta* — *Galvesia.*

2. Wandverdickung der zweitinnersten Lage hauptsächlich an den Radialwänden. Radialwände der innersten Schicht gerade.

Maurandia — *Rhodochiton.*

II. Zellen der zweitinnersten Schicht oder wenigstens ihre tangentialen Wandflächen überwiegend oder häufig quergestreckt.

1. Wandverdickung in der zweitinnersten Schicht überwiegend an den Radial- und Aussenwänden. Radialwände der innersten Schicht gerade oder fast gerade.

Mohavea — *Linaria.*

2. Wandverdickung in der zweitinnersten Schicht überwiegend an den Radialwänden. Radialwände der innersten Schicht häufig verbogen.

Cymbalaria.

III. Zellen der zweitinnersten Schicht in verschiedenen tangentialen Richtungen gestreckt. Radialwände der innersten Schicht gewellt.

Schweinfurthia.

β. Gewellte Radialwände in allen derbwandigen und verholzten Schichten.

I. Nur die beiden innersten Schichten derbwandig und verholzt vorkommen.

1. In der zweitinnersten Schicht die einzelne Zelle gewöhnlich zwei gerade, quergestellte Radialwandpartien enthaltend und zwei diese verbindende gewellte mit quer ausgedehnten Wellen.

Collinsia — *Tonella.*

2. Keine deutliche Sonderung von gewellten und geraden Radialwandpartien innerhalb der ein-

zelnen Zelle. Tangentiale Wandflächen isodiametrisch oder annähernd so.
Angelonia.

3. Keine deutliche Sonderung von gewellten und geraden Radialwandpartien innerhalb der einzelnen Zelle. Zellen längsgestreckt.
Siphonostegia.

II. Mehr als zwei innere Schichten derbwandig und verholzt.

1. Radialwände derselben durchweg gewellt, oder den gewellten Radialwänden gerade, quer oder annähernd so gestellte beigemengt.
Schwalbea.

2 In der innersten Schicht gerade längsgestellte Radialwandpartien und gewellte, deren Wellen in der Längsrichtung ausgedehnt sind; oft 2 von jeder Art in einer Zelle vereinigt.
Veloziella

γ. Mehrere innere Schichten aus derbwandigen, verholzten Zellen gebildet, deren Radialwände durchweg oder theilweise gewellt sind. Diesen Schichten aussen angelehnt Stränge von verholzten, derb- und geradwandigen Fasern. Den Strängen die Leitbündel eingebettet.
Aptosimum (Fig. 1) — *Monttea* — *Lagotis.*

c) Die innerste Schicht unverholzt, zartwandig oder nur an den Innenwänden mehr oder weniger verdickt, bisweilen zur Reifezeit stark zerstört. Ihr folgend eine oder mehrere derbwandige und verholzte Schichten.

I. Die derbwandigen und verholzten Zellen gradwandig, häufig längsgestreckt, ohne durchgreifenden Unterschied zwischen Höhe und Querdurchmesser, in mehreren Schichten.
Escobedia.

II. Die derbwandigen und verholzten Zellen gradwandig, längsgestreckt, (wenigstens ihre tangentialen Wandflächen), auf die zweitinnerste Schicht beschränkt. Höhe den Querdurchmesser bei weitem übertreffend.
Buttonia.

III. Die derbwandigen und verholzten Zellen in mehreren Schichten, ihre Radialwände bald gerade, bald verbogen in unregelmässigem Wechsel.
Dodartia.

IV. In der zweitinnersten Schicht gewöhnlich jede Zelle zwei gerade, längsgerichtete Radialwandpartien enthaltend und zwei jene verbindende gewellte, deren Wellen in der Längsrichtung angedehnt sind.

1. Die gewellten Radialwandpartien viel stärker verdickt als die geraden.

* Ausserhalb der innersten Schicht nur eine derbe und verholzte Lage.
Harveya.

** Ausserhalb der innersten Schicht zwei derbe und verholzte Lagen. In der äusseren gerade oder fast gerade Radialwände.
Melasma (Fig. 4).

2. Kein wesentlicher Unterschied in der Dicke der geraden und der der gewellten Radialwände.

* Auf der Aussenseite des derben und verholzten Gewebes vorherrschend gerade Radialwände.
Centranthera.

** Auf der Aussenseite des derben und verholzten Gewebes die einzelne Zelle gewöhnlich zwei gerade quergestellte Radialwandpartien enthaltend und zwei jene verbindende gewellte, deren Wellen in der Querrichtung ausgedehnt sind.
Gerardiina.

V. In der zweitinnersten Schicht die einzelne Zelle gewöhnlich oder häufig zwei gerade quergerichtete Radialwandpartien enthaltend und zwei jene verbindende gewellte, deren Wellen in der Querrichtung ausgedehnt sind.

1. Wandverdickung der zweitinnersten Schicht weitaus am stärksten in den Aussenwänden. Ueber der zweitinnersten Schicht keine derben und verholzten Zellen.
Micranthemum.

2. Wandverdickung innerhalb der einzelnen Zelle annähernd gleichmässig vertheilt.

* Eine derbe und verholzte Lage.

† Wandverdickung in der Nähe der Rückennaht beträchtlicher als in der Nähe der Scheidewand.

○ In der Nähe der Scheidewand die Wellen der Radialwände nach verschiedenen Richtungen ausgedehnt.
Rhamphicarpa (Fig. 5, 6).

○○ In der Nähe der Scheidewand die Radialwände nicht wesentlich anders verlaufend als in der Nähe der Rückennaht.
Striga.

†† In der Rückennaht- und Scheidewand-

region durchschnittlich gleiche Wanddicke.

Mazus.

** Mehrere derbe und verholzte Lagen.

† Wandverdickung auf der Innenseite des derben Gewebes geringer als auf der Aussenseite.

Melosperma.

†† Wandverdickung in den verschiedenen Schichten des derben Gewebes durchschnittlich gleich.

Buechnera — *Micrargeria.*

VI. In der zweitinnersten Schicht die Zellen meist radial gestreckt, die Radialwände innen gewellt mit mannigfacher Orientirung der Wellen, aussen häufig gerade und quergestellt und die Wellen hauptsächlich in der Querrichtung ausgedehnt.

1. Eine derbe und verholzte Lage.

Monochasma.

2. Theilweise zwei oder drei derbe und verholzte Lagen.

Bungea (Fig. 10, 11, 12.

VII. In der zweitinnersten Schicht die Radialwände gewellt mit mannigfach orientirten Wellen.

1. Eine derbe und verholzte Lage.

* Zellen derselben vorherrschend schief gestreckt (von der Rückennaht zur Scheidewand absteigend).

Synthyris.

** In den Zellen der zweitinnersten Lage keine oder nur vereinzelte, schwache Tangentialstreckung.

Lindenbergia — *Dopatrium* — *Peplidium* — *Zenkerina.*

2. Zwei oder mehrere derbe und verholzte Lagen. Auf der Aussenseite des derben und verholzten Gewebes innerhalb der einzelnen Zelle gewöhnlich (bei *Heteranthia* selten) zwei gerade, quergestellte Radialwandpartien und zwei jene verbindende gewellte, deren Wellen in der Querrichtung ausgedehnt sind.

Sopubia — *Pseudosopubia* — *Heteranthia.*

C) Derbwandige und verholzte Zellen auf die äusserste Schicht beschränkt. Zellen der innersten Lage faserförmig, quer oder schief gestellt.

Hemiphragma.

D) Verholzte Zellen fehlen. Derbwandigkeit nur an den Klappenrändern (Nachbarschaft der Scheidewand) in der zweit- und drittinnersten Lage.

Limosella.

E) Verholzte Zellen fehlen. Durchweg Zartwandigkeit (abgesehen von der Aussenepidermis.)
Teedia — Hydrotriche — Hydranthelium — Sibthorpia.

F) Nur auf der Innenseite der Fruchtwand derbwandige und verholzte Zellen. Diese von wechselnder Gestalt und zerstreut, keine zusammenhängende Schicht bildend.
Melampyrum.

G) Derbwandige und verholzte Zellen auf einen cylindrischen, medianen Strang beschränkt.
Lancea.

Selagineae:

A) Das innere, derbe und verholzte Fruchtgewebe längsgestellte, flügelförmige Vorsprünge nach aussen entsendend. Die derbwandigen und verholzten Zellen faserförmig, geradwandig, meist quergestellt.
Hebenstreitia.

B) Das derbe und verholzte Gewebe ohne Vorsprünge.
a) Die verholzten Zellen ausserhalb der innersten Lage meist geradwandig, faserförmig, quer oder schief gestellt. In der innersten Lage bald gerade bald gewellte Radialwände.
Dischisma.

b) In den verholzten Zellen ausserhalb der innersten Lage die Radialwände häufig oder vorherrschend verbogen.
α. Zellen der innersten Schicht verholzt, faserförmig, geradwandig, quer oder schief gestellt.
Selago — Microdon.

β. Zellen der innersten Schicht unverholzt, niedrig und zartwandig.
Agathelpis.

Uebersicht der Constructionstypen derjenigen Früchte, welche Imbibitionsbewegungen zeigen.

Diese Zusammenstellung bildet zwar theilweise eine Wiederholung der allgemeinen anatomischen Uebersicht, ist aber dennoch nicht überflüssig, da jetzt der Zusammenhang zwischen Bau und Function deutlicher zum Ausdruck kommt, als es vorher möglich war.

Früchte, deren Imbibitionsbewegungen sehr schwach sind, sollen unberücksichtigt bleiben, ebenso einige andere, deren Mechanismus nicht erklärt werden konnte, weil die Beschaffenheit der Gewebe oder Mangel an Material eine experimentelle Prüfung nicht erlaubte.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass in allen untersuchten Fällen die Imbibitionsbewegungen auf die Schichtenquellung und -Schrumpfung der Radialwände (nebenbei auch manchmal radial verbogener Tangential-

wände) zurückzuführen sind, dass hingegen die tangentialen, den Membranschichten parallel gerichteten Quellungen und Schrumpfungen nur selten und höchstens nebenbei in Betracht kommen. Es fehlen nämlich hier die charakteristischen Gegensätze in Gestalt und Stellung der Poren, welche beispielsweise die beweglichen Früchte der *Primulaceen* und vieler *Caryophyllaceen* auszeichnen fast durchgehend. Dagegen kommt eine Häufung radial geschichteter Wandsubstanz in verschiedener Weise zu stande, durch Stärke der Radialwände, durch das Auftreten schlanker, faserförmiger Zellen, durch Verbiegung der Radialwände, manchmal sogar durch radiale Verbiegung der Tangentialwände. Die Richtung der stärksten Quellung und Schrumpfung einer Zelllage gelangt in der Stellung ihrer Radialwände meist deutlich zum Ausdruck: sind nur gerade Radialwände vorhanden, dann zeigen die Zellen gleichsinnige tangentiale Streckung, so dass die Radialwände grösstenteils einander parallel verlaufen; letzteres ist aber auch dann der Fall, wenn, was häufig zu beobachten ist, innerhalb der einzelnen Zelle zwei gerade Radialwandpartien durch zwei gewellte verbunden werden; hier nämlich strecken sich die Wellen parallel den geraden Radialwandstücken (Fig. 4 u. 6).

A. Die antagonistischen Kräfte auf verschiedene Zellverbände vertheilt.

a) Diese Zellverbände nebeneinander gelagert.

α. Die mechanischen Zellen in der Form übereinstimmend, faserähnlich, geradwandig oder fast geradwandig, in der Orientirung verschieden.

I. An den beiden Rändern jeder Klappe längsgestellt, sonst quer gestellt. Kapsel vierklappig (loculicid und septicid).

Calorrhabdos — *Esterhazya.*

II. An den beiden Rändern und in der Mittellinie (Scheidewandkante) jeder Klappe längsgestellt, sonst meist quer oder etwas schief gestellt. Kapsel zweiklappig (loculicid).

Paulownia — *Veronica* — *Lynthyris* — *Leptorhabdos* — *Castilleja* — *Omphalothrix* — *Parentucellia* — *Orthantha* — *Odontites* — *Bartschia* (Fig. 8, 9) — *Lamourouxia.*

β. Die mechanischen Zellen in der Scheidewandkante geradwandige, längsgestellte Fasern, im übrigen nicht längsgestreckt, ferner sowohl gerade Radialwandpartien, die quergestellt sind, enthaltend, als auch gewellte, deren Wellen sich in der Querrichtung ausdehnen. Kapsel loculicid.

Micrasgeria.

γ. Die mechanischen Zellen in der Scheidewandkante und an den Klappenrändern geradwandige, längs-

gestreckte Fasern, im übrigen gleichfalls stark längsgestreckt, aber mit welligen Radialwänden. Kapsel loculicid.

Siphonostegia.

δ. Die mechanischen Zellen an den Klappenrändern überwiegend geradwandig und längsgestreckt, im übrigen von sehr mannigfaltiger Form, gewöhnlich aber nicht längsgestreckt.

I. Kapsel loculicid und septicid.

Pentastemon.

II. Kapsel septicid.

Digitalis.

ε. In jeder mechanischen Zelle die Radialwände durchweg oder theilweise gewellt. Die Radialwände an den Klappenrändern dicker als in der Binnenregion, aber auch hier noch ziemlich derb.

I. Klappenränder und Binnenregion nicht wesentlich verschieden im Verlauf der Radialwände. Letztere innerhalb der einzelnen Zelle entweder durchweg gewellt, mit quer ausgedehnten Wellen oder theilweise gerade und dann quergestellt. Kapsel loculicid.

Striga (vgl. b α II).

II. An den Klappenrändern die einzelne Zelle gewöhnlich zwei gerade, quergestellte Radialwandpartien enthaltend und zwei gewellte, deren Wellen quer ausgedehnt sind. In der Binnenregion die Radialwand der einzelnen Zelle durchweg gewellt, mit mannigfach orientirten Wellen. Kapsel loculicid, aber nur auf einer Seite aufspringend, ferner oben und unten in Zusammenhang bleibend.

Ramphicarpa (Fig. 5, 6).

ϑ. Derbwandige Zellen nur an den Klappenrändern vorkommend. Ihre Radialwände theils wellig mit quergerichteten Wellen, theils gerade und quergestellt. Quergestellte Porenspalten auf den Tangential-, radial gestellte auf den verbogenen Radialwänden. Gewebe der Binnenregion durchweg sehr zart.

Limosella.

b) Die antagonistischen Zellverbände auf einander gelagert.

α. In continuirlichen Schichten.

I. Das äussere, zarte und unverholzte Gewebe ohne deutlichen Einfluss auf die Imbitionsbewegungen. Mehrere Schichten derbwandiger und verholzter Zellen mechanisch wirksam.

1. Die mechanischen Zellen sämmtlich geradwandig.

* Die mechanischen Zellen gleichsinnig orientirt,

faserförmig, quergestellt, aber in der Länge verschieden, aussen kürzer als innen.
Wightia.

** Die mechanischen Zellen innen anders gestaltet oder anders orientirt als aussen, durchweg oder wenigstens in der innersten Schicht faserförmig.
Diascia — *Ixianthes* — *Scrophularia* — *Lafuentea* — *Escobedia* — *Bellardia.*

*** Die mechanischen Zellen niemals faserförmig. In der innersten Schicht die tangentialen Wandflächen isodiametrisch oder annähernd so.
Linaria — *Antirrhinum* — *Chaenorrhinum* (Fig. 3) — *Simbuleta.*

2. Radialwände der mechanischen Zellen wenigstens theilweise verbogen.

* Hinsichtlich der Stellung der Radialwände Gegensätze zwischen den äusseren und inneren mechanischen Schichten herrschend, gleichzeitig oft Gegensätze in der Zellhöhe und in der Dicke der Radialwände.
Verbascum — *Leucophyllum* — *Cymbalaria* — *Gratiola* — *Aragoa* — *Russetia* — *Physocalyx Melasma* (Fig. 4) — *Gerardiina* — *Centhranthera* — *Sopubia* — *Heteranthia* — *Bungea* (Fig. 10, 11, 12, vgl. auch Ba.)

** Stellung der Radialwände überall annähernd dieselbe, aber ihre Dicke von den äusseren nach den inneren Zelllagen hin abnehmend.
Melosperma.

II. Das äussere zarte und unverholzte Gewebe von deutlichem Einfluss áuf die Imbibitionsbewegungen. Nur eine Schicht (die zweitinnerste) derbwandig und verholzt.
Mazus — *Striga* (vgl. auch a ε. I)

β. Die antagonistischen Zellverbände einerseits in Form mehrerer continuirlicher Schichten ausgebildet, andrerseits als Stränge, welche jenen von aussen her angelehnt sind. Zellen der Schichten mit gewellten Radialwänden. Stränge überwiegend längsgerichtet, aus gleichsinnig orientirten, geradwandigen Faserzellen bestehend.
Aptosium (Fig. 1) — *Momnttea.*

B. Die antagonistischen Kräfte in jeder einzelnen Zelle ein und derselben Schicht (der innersten bei Artanema, der zweitinnersten bei den übrigen) vereinigt. Innen- und Aussenseite der einzelnen Zelle oft verschieden in Bezug auf Dicke und Verlauf der Radialwände.

a) Häufung der Radialwandmassen an der Innenseite.
Hemimeris)Fig. 2) — *Bungea* (vgl. auch A. b α. I. 2 *) — *Monochasma*.

b) Häufung der Radialwandmassen an der Aussenseite oder gleichmässige Vertheilung.
Anticharis — *Alonsoa* — *Collinsia* — *Tetranema* — *Manulea* — *Chaenostoma* — *Sutera* — *Sphenandra* — *Phyllopodium* — *Polycarena* — *Zaluzianskia* — *Morgania* — *Stemodia* — *Achetaria* — *Artanema*.

Biologische Bemerkungen.

Die Kapseln der *Scrophulariaceen* zeigen in ihrer grossen Mehrzahl jene Art von Imbibitionsbewegungen, die auch innerhalb anderer Familien am häufigsten beobachtet wurde: Sie öffnen sich beim Austrocknen und schliessen sich bei Befeuchtung. Dieses Oeffnen wird meist durch eine Auswärtskrümmung oder doch wenigstens Auswärtsbewegung der Klappen erreicht, in einigen Fällen aber (*Hemimeris*, *Russelia*, *Ixianthes*) durch eine Einwärtskrümmung.

Besonderes Interesse verdienen diejenigen *Scrophulariaceen*-Früchte, welche ein bisher nur selten beobachtetes Verhalten zeigen, indem sie ihre Samen gerade dann frei legen, wenn sie befeuchtet werden. Unter den *Scrophulariaceen* sind solche „hygrochastische“ Imbibitionsbewegungen von Schinz *) bei *Aptosimum*-, von Steinbrinck**) bei *Veronica*-Arten bemerkt worden. Ich beobachtete diese Erscheinung ferner bei *Tetranema*, *Mazus*, *Monttea*, *Limosella*, *Artanema*, *Lafuentea*, *Rhamphicarpa*, *Striga*, *Bungea*, *Monochasma*. Allerdings ist nicht bei allen jenen Pflanzen die Aussaat aus der trocknen Frucht verhindert. Die Früchte von *Mazus* und *Limosella* sind auch in trocknem Zustande geöffnet, wenngleich weniger als nach der Befeuchtung. Bei *Striga* und *Artanema* kehren die Fruchtklappen, so bald sie einmal befeuchtet worden sind, nicht mehr in die ursprüngliche Stellung zurück. Andrerseits öffnet sich die Kapsel von *Aptosimum* nur auf sehr kurze Zeit unmittelbar nach der ersten Befeuchtung, um sich dann wieder, und zwar für immer, zu schliessen. *Monttea* besitzt Kapseln, welche nur einen oder wenige Samen enthalten, die eine beträchtliche Grösse erreichen, und für deren Ausfall die an der befeuchteten Frucht sich bildende Oeffnung nicht ausreicht; die letztere ist wahrscheinlich für die Keimung von Bedeutung. Dass die durch hygrochastische Früchte ausgezeichneten *Scrophulariaceen* zu einem grossen Theile Bewohner von Steppen- und Wüstengebieten sind (*Monttea* [Argentinien], *Lafuenta* [Iberische Halbinsel], *Bungea* [Centralasien], *Aptosimum* [Südafrika], vielleicht auch *Striga* [*S. lutea* nach Wettstein verbreitet von China bis Süd-

*) l. c.
**) l. c. 3.

afrika]) wird nach früheren, ähnlichen Beobachtungen*) nicht überraschen. Bei *Limosella*, die bekanntlich Flussufer besiedelt, scheint das biologische Verhalten der Kapsel dem Wechsel des Wasserstandes zu entsprechen. Ueber das Vorkommen von *Tetranema* fehlen genauere Angaben; daraus aber, dass diese mexikanische Pflanze in unseren Gewächshäusern fast ununterbrochen blüht und Früchte ansetzt, darf man schliessen, dass der tropische Regenwald ihre Heimath ist.

Mitunter ist das Aufspringen der reifen Kapsel in der Hauptsache auf das Absterben lebenden Gewebes zurückzuführen; hier bleibt natürlich der Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit wirkungslos gegenüber der einmal geöffneten Frucht, welche in diesem Zustande verharrt (z. B. *Calceolaria*).

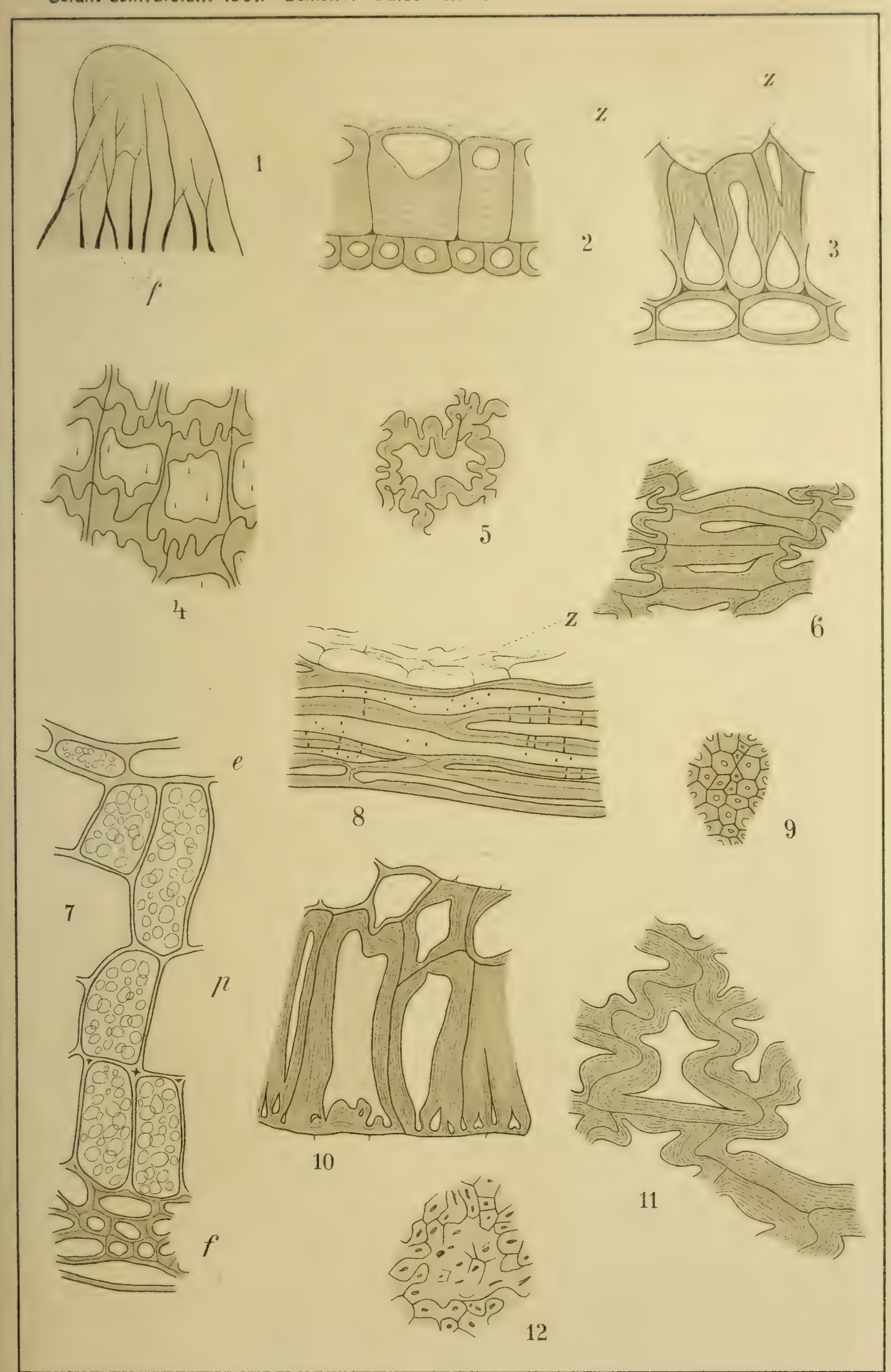
In eigenartiger Weise öffnet *Melampyrum* seine Früchte. Dieselben bestehen zur Reifezeit aus lebendem Gewebe und werden durch das Wachsthum der Samen, welche eine beträchtliche Grösse erreichen und einzeln oder zu zweien in jeder Frucht enthalten sind, in zwei Klappen getheilt; die grossen und schweren Samen fallen gewöhnlich in unmittelbarer Nachbarschaft der Mutterpflanze zu Boden. Zu ihrer Verbreitung tragen bekanntlich Ameisen bei.

Auffällig ist, dass die Früchte mancher *Scrophulariaceen* sich gar nicht oder nur wenig öffnen und trotzdem eine grosse Zahl von Samen bergen, (z. B. *Celsia*, *Angelonia*, *Dodartia*); während sonst bekanntlich Schliessfrüchte nur wenige Samen zu enthalten pflegen; auch *Verbascum* verhält sich ähnlich; hier öffnet sich die Frucht zwar und zeigt deutliche Imbibitionsbewegungen, aber die Samenaussaat ist durch die Kleinheit der Oeffnung und die starke Wölbung der Fruchtwand sehr erschwert, und viele Samen werden den Winter über in der Frucht zurückgehalten; dass ein grosser Theil dieser zurückgehaltenen Samen auch wirklich keimfähig ist, davon überzeugte ich mich durch einen Versuch, indem ich Samen, welche ich im Januar im Freien gesammelt hatte, im folgenden Frühjahr zur Aussaat brachte. Es findet somit bei den genannten Pflanzen die Frucht Verwendung als luftiger Behälter, in welchem die Samen während der Vegetationsruhe aufbewahrt, vielleicht gegen Nässe geschützt, und aus dem sie schliesslich durch Verwittern der Fruchtwand befreit werden.

Die Früchte der *Tozzia alpina*, ein- bis wenigsamige Schliessfrüchte oder höchstens mit winzigem Spalt geöffnet, fallen auf durch das mächtige, stärkeerfüllte Speichergewebe, welches den äusseren Theil der Fruchtwand einnimmt. Ohne Zweifel liegt hier eine Anpassung an Verbreitung durch Thiere vor. Vielleicht wird dieselbe, wenigstens theilweise, durch Ameisen vermittelt. Hiermit würde die Thatsache in Einklang stehen, dass *Tozzia* sich so häufig in Nadelwäldern oder deren Nähe vorfindet. Von Christ (Pflanzenleben der Schweiz, p. 221) wird sie unter den Charaktergewächsen des „Tannen"- (*Picea excelsa*) Waldes genannt.

---

*) Vgl. u. A. Volckens, Flora der ägyptisch-arabischen Wüste.



Weberbauer del.

Artist. Anstalt Gebr. Gotthelft, Cassel.



Erklärung der Abbildungen.*)

Fig. 1. *Aptosimum abietinum*: Schematische Flächenansicht der Aussenseite des mechanischen Gewebes einer Klappenspitze; f = Faserstränge. — Vergr. 10.

Fig. 2. *Hemimeris montana*: Längsschnitt aus dem oberen Theil der Frucht; z = zartes Gewebe. — Vergr. 530.

Fig. 3. *Chaenorrhinum minus*: Längsschnitt aus dem oberen Theil der Frucht; z = zartes Gewebe. — Vergr. 530.

Fig. 4. *Melasma indicum*: Zweitinnerste Schicht von der Innenseite gesehen (oberer Theil der Frucht). — Vergr. 350.

Fig. 5 und 6. *Ramphicarpa longiflora*: Zweitinnerste Schicht von innen gesehen (mittlerer Theil der Frucht); 5 aus der Binnenregion, 7 aus der Randregion der Klappe. — Vergr. 350.

Fig. 6. *Tozzia alpina:* Längsschnitt aus dem mittleren Theile der Fruchtwand; f = Fasergewebe der Innenseite, p = stärkeerfülltes Parenchym, e = äussere Epidermis. — Vergr. 250.

Fig. 8 und 9. *Bartschia alpina:* Querschnitte aus dem oberen Theile der Frucht; 8 aus der Nachbarschaft der Scheidewand; z = zartes Gewebe; 9 Theil eines Querschnittes durch die Scheidewandkante. — Vergr. 350.

Fig. 10, 11 und 12. *Bungea trifida*: Mittlerer Theil der Frucht: 10 Querschnitt, die zweit- und drittinnerste Schicht zeigend; 11 Flächenschnitt von der Aussenseite der zweitinnersten Schicht; 12 Flächenansicht der Innenseite der zweitinnersten Schicht. — Vergr. 350.

---

*) Die Flächenansichten sind so orientirt, dass die Richtung von oben nach unten auf der Tafel der gleichen Richtung in der Frucht entspricht.

Ueber die phyllobiologischen Typen einiger *Fagaceen*, *Monimiaceen*, *Melastomaceen*, *Euphorbiaceen*, *Piperaceen* und *Chloranthaceen*.

Von

Prof. Dr. **Anton Hansgirg**

in Prag.

In der fast 300 Arten umfassenden *Fagaceen*-Gattung *Quercus* L. sind die einfachen, ungetheilten Laubblätter der meist in Wäldern der gemässigten und wärmeren temperirten Zonen der alten und neuen Welt (insbesondere in Europa, Asien und Nordamerika) verbreiteten baum- oder strauchartigen Species, der mehr oder weniger grossen physiologischen Trockenheit des Klimas entsprechend ausgebildet, theils persistent (immergrün), theils abfallend (sommergrün).

Die Blattspreite der meist kurz gestielten oder fast sitzenden, seltener mit längeren und ± biegsamen Stielen versehenen Laubblätter sind, wie bei vielen im Schatten wachsenden Pflanzen, am Grunde verschmälert, meist länglich- oder verkehrt-eiförmig, länglich-elliptisch, eiförmig-elliptisch, lanzettlich bis länglich-lanzettlich, seltener fast rundlich, mehr oder weniger sclerophyll gebaut, resp. steiflederig und ± dickhäutig (*Q. xylocarpa*, *confragosa* u. ä.), mebranös (*Q. excelsa*, *furfuracea*, *sonomensis*, *perseaefolia*, *Serra*, *Cortesii*, *chinantlensis*, *Sartorii*, *lobata*, *Warscewiczii*, *Fendleri*, *Mirbeckii*, *Drumondii*, *crispula*, *Seemannii*, *Galeottii*) oder pergament- bis papierartig, beiderseits kahl und glatt (*Q. Wenzigiana*, *Rassa*) oder blos oberseits kahl und glänzend, unterseits matt und ± dicht behaart, seltener rauh (*Q. histrix*) oder schülferig oder bläulich oder grau bereift, ganzrandig (*Q. chrysolepsis*, *grisea*, *Künstleri*, *acuminata*, *polymorpha*, *glauca*, *lappacea*, *glaucoides*) und am Rande oft knorpelig, oder mehr oder weniger grob gekerbt, gesägt oder gezähnt, auch scharf- bis stachelig- oder dornig- und ungleich-geschweiftgezähnt (*Q. serrata*, *Ilex*, *semecarpifolia*, *dilatata*, *Prinus*), ± tief wellig-, stumpf- oder spitz-gelappt leierförmig- oder fiederspaltig-ausgebuchtet, mit lang pfriemlich zugespitzten oder stumpf abgerundeten Lappen, an der Basis keil- oder schmalherzförmig, seltener abgerundet.

Die jungen Blätter der Frühlingstriebe sind meist ganzrandig oder ausgeschweift-gezähnt und beiderseits filzig behaart. Völlig

ausgewachsene Blätter der Spättriebe sind oft ausgebuchtet und beiderseits oder nur oberseits kahl, seltener weichhaarig oder an der Unterseite grau-, gelb- bis braun-filzig, mehlig oder wolligbehaart, am Rande öfters ± stark zurückgekrümmt (*Q. lucida, vulcanica, ithaburensis*), am apicalen Ende mehr oder weniger zugespitzt, jedoch nie mit gut entwickelter Träufelspitze, wie bei den typischen träufelspitzigen Regenblättern, versehen.

Demnach sind in der Gattung *Quercus* L. blos folgende zwei charakteristische ökologische Blatt-Typen vorherrschend: I. *Annuae.* Tropophytische Eichen mit sommergrünen, bald (meist jährlich) abfallenden, beiderseits kahlen oder weichhaarigen, oft blos unterseits filzigen [1]) Blättern: *Quercus* L. Sect. *Lepidobalanus* (Endl. DC. *Q. Robur* [2]), *pedunculata, Thomasii* Haas [1]), *armeniaca, fastigiata, pendula, laciniata, variegata, apennina, sessiliflora, Tenorei* (*Dalechampsii*), *Virgiliana, Cedrorum, dshochorensis, aurea, leptobalanus, polycarpa, lanuginosa, brachyphylla, Farnetto, conferta, vulcanica, Toza, syspirensis, macranthera, dentata, obovata, Mac Cornickii, mongolica, Griffithii, aliena, canescens, grosseserrata, urticaefolia, humilis, Valentina, orientalis, infectoria, Boissieri, syriaca, lyrata, olivaeformis, bicolor, Prinus, stellata, alba, undulata*, auch var. *obtusifolia, Douglasii, lobata, Garryana, corrugata, insignis, strombocarpa, circinata, magnoliaefolia, obtusata, Hartwegi, polymorpha, Benthami, tlapuxahuensis, Cortesii, Sartorii, salicifolia, Seemannii, Giesbrechtii, barbinervis, glaucoides, Cerris, falcata, triloba, ilicifolia, Catesbaei, palustris, Georgiana, coccinea, tinctoria, senomansis, Leana, totutlensis, Phellos, imbricaria, nigra, Skinneri, xalepensis, Warscewiczii, calophylla.*

Von den mir noch bekannten *Quercus*-Arten mit nicht persistenten Blättern gehören zu dieser Gruppe: *Q. rubra, excelsa, crispula, prinoides, Kellogii, macrocarpa, tauricola, Ungeri, alpestris, austriaca, aegilops* (*graeca*) und alle die in De Candolle's „Prodromus" XVI, 2 angeführten *Quercus*-Arten welche foliis pro tempore orbatae sunt.

II. Bi-vel *perennes.* Xerophile Eichen mit immergrünen, zwei- bis mehrjährigen, ± lederigen, beiderseits kahlen oder mehr oder weniger, oft nur auf der Unterseite dicht behaarten [3]) oder schülferigen, ganzrandigen oder mit Stachelzähnen versehenen Blättern. *Quercus L.*, Sect. *Lepidobalanus* (Endl.) DC. *Humboldtii* [3]), *citrifolia, costaricensis, Lindeni, tomentosa,*

---

[1]) Arten mit + dicht behaarten Blättern sind im Nachfolgenden mit gesperrtem Druck hervorgehoben.

[2]) Die Autornamen etc. der hier angeführten *Quercus*-Arten siehe in De Candolle's „Prodromus Syst. natur." XVI, 2, in Kotschy's „Eichen Europas und Orients", in Liebmann's und Örsted's „Chênes de l'Amerique tropicale" und in Hooker's „Flora of British India".

[3]) Solche Arten sind im Nachfolgenden in gesperrtem Druck merklich gemacht.

diversifolia, reticulata, pulchella, glabrescens, grisea, repanda, microphylla, oblongifolia, pungens, berberidifolia, hastata, agrifolia, chrysolepis, virens, lutescens, Baloot, Ilex, phyllireoides, suber, Ballota, alnifolia, glandulifera, dilatata, pseudosuber, hispanica, gibraltarica, occidentalis, ithaburensis, Pyrami, macrolepis, vallonea, Brantii, Ehrenbergii, trojana, Look, oophora, persica, vesca, regia, Tschihatscheffii, Libani, pontica, castaneaefolia, macedonica, chinensis, variabilis, serrata, incana, lanuginosa, polyantha, nepalensis, coccifera, cilicica, calliprinos, Fenzlii, Aucherii, crassifolia, splendens, scytophylla, sideroxyla, laurina, grandis, acutifolia, conspersa, Wislizeni, aquatica, laurifolia, heterophylla, nitens, ocoteaefolia, lanceolata, depressa, granulata, linguaefolia, elliptica, nectandraefolia, leiophylla, castanea, mexicana, lanigera, crassipes, cinerea, rugulosa, confertifolia.

Zu dieser Gruppe gehören wohl *Q. laxa, laeta, omissa, semecarpifolia, lusitanica, Mirbeckii, Galeottii* und *Q. crispula*, welche von De Candolle l. c. zu der ersten Gruppe gezählt werden, obwohl sie mit lederartigen oder membranösen (immergrünen) Blättern versehen sind.

Von den in De Candolle's „Prodromus" als „Species dubiae" bezeichneten *Quercus*-Arten seien hier noch folgende angeführt: *Q. eugeniaefolia, bumelioides, fulva, cuneifolia, germana, oojacana, Orizabae, sapotaefolia, segoviensis, sororia, aristata, brachystachys, sclerophylla.*

Weiter sind persistente (meist lederartige) Blätter entwickelt auch bei allen *Quercus*-Arten aus der Sect. *Androgyne* DC. (*Q. densiflora*); aus der Sect. *Pasania* (Miq.) DC. [*Q. glabra, Amherstiana, mixta, pallida, thalassica, Irwinii, fenestrata, dealbata, spicata, molucca, Pseudomolucca, crassinervia, lappacea, placentaria, pruinosa, plumbea, oligoneura, gemelliflora, rotundata, sundaica, urceolaris, Korthalsii, acuminata*]; dann in der Sect. *Cyclobalanus* (Endl.) DC. [*Q. acuta, Burgerii, argentata, Reinwardtii, platycarpa, Teysmannii, omalokos, leptogyne, gracilis, conocarpa, costata, concentrica, Championi, Ewyckii, Benettii, Rassa, oogyne, nitida, Lamponga, celebica, Diepenhorstii, daphnoidea, Hancei, Harlandi, indusa, cystopoda, Llanosii, ovalis, Blancoi, phillipinensis, lineata, Thomsoniana, oxyodon, Merkusii, Horsfieldii, velutina, semiserrata, oidocarpa, glauca, salicina, annulata, lamellosa, paucilamellosa, Helferiana, mespilifolia*] und Sect. ***Chlamydobalanus*** (Endl.) DC. [*Q. lancaefolia, acuminatissima, cuspidata, Blumeana, encleistocarpa, fissa*], sowie in der Sect. ***Lithocarpus*** Miq. [*Q. javanensis* = *Q. varingaefolia*].

Zu dieser zweiten Gruppe der durch xerophile Structur ausgezeichneten Eichenblätter können von den mir bekannten *Quercus*-Arten noch folgende zugerechnet werden: *Q. Brandissiana, palaestina, eumorpha, Falconeri, macrophylla, Liebmannii, bicolor, oleoides, retusa, tolimensis, dentata, insignis, turbinata, muricata, hystrix, tristis, strombocarpa, commutata, floccosa, flavida,*

resinosa, nudinervis, microcarpa, longifolia, Jürgensii, cornea, gilva, rigida und alle in De Candolle's „Prodromus" als „sempervirentes" bezeichnete Eichen-Species.

Ausser den in der zweiten Gruppe aufgezählten Arten mit xerophilen, myrtusartigen Blättern und den in der ersten Gruppe angeführten tropophytischen Arten mit nicht persistenten Laubblättern sind in der Gattung *Quercus* L., welche — ihren standörtlichen und klimatischen Verhältnissen entsprechend — einer grösseren ökologischen Blatttypen-Mannigfaltigkeit entbehrt, meist nur Uebergangsformen der in ihrer Vegetationszeit mehr hygro- oder xerophilen Arten zu nachfolgenden phyllobiologischen Blatttypen entwickelt:

1. Zu der populusartigen Windblattform[4]) [so z. B. *Q. petiolaris* (*Q. Pfaeffingeri*), *palustris, Skinneri, xalepensis, nitida, cedrorum, Toza*].

2. Zu der mit einer Träufelspitze endigenden Regenblattform[4]) [z. B. *Q. cuspidata, Blumeana, acutifolia, insignis, Giesbrechtii, Benthami, tolimensis*] und zu den sog. Hängeblättern [bei *Quercus glaberrima*].

3. Zu der keilförmig an der Basis verschmälerten Schattenblattform[4]), welche auch bei den im Schatten wachsenden Pflanzen das verticale Licht zu den niedriger gestellten Blättern zulässt [z. B. bei einigen Formen von *Q. Robur*[5]) u. ä.].

4. Zu der ericoiden Rollblattform[4]) [z. B. *Q. vulcanica, ithaburensis, retusa, Orizabae, Irwinii, linguaefolia, microphylla, glabrescens, repanda, segoviensis, guatemalensis, eugeniaefolia, omissa, chrysolepis, Neaei, nectandraefolia, floccosa, scytophylla, costaricensis, sapotaefolia, turbinata, granulata* [bei *Q. tristis, excelsa, sororia, Cortesii, ocoteaefolia, strombocarpa, oojacana, elliptica, tuberculata, chinantlensis, oocarpa, microcarpa, longifolia, densiflora, bumelioides* blos mit schwachem Rande eingerollte Blätter].

Mit Vorrichtungen zum Schutze gegen übermässige Transpiration und Thierfrass sind versehen

5. Die meist nur unterseits mit ± stark entwickelten Wachsüberzügen versehenen (bereiften) Blätter von *Quercus rigida, berberidifolia*;

6. die mit zahlreichen kleinen Drüsen versehenen Blätter von *Q. resinosa* und *sonomensis*;

7. die drüsig gezähnten Blätter von *Q. glandulifera, canescens;*

8. die stachelig-gezähnten oder ähnlich gegen Thierfrass geschützten (bewehrten) Blätter (*Q. acutifolia, flavida, pungens, coccifera, Frenzlii, suber, infectoria, palaestina, persica, dumosa);*

9. die *gnaphalium*-artig ± stark behaarten Blätter (*Quercus Helferiana, Wallichiana, Lamponga* u. ä.);

---

[4]) Mehr über diesen Blatttypus siehe in des Verf.'s „Zur Biologie der Laubblätter", 1900.

[5]) Vergl. auch Lindner's „Morphol. und Biologie einiger Blätter", 1899, p. 28, 31.

10. die chemozoophoben, durch mehr oder weniger hohen Gehalt an Tannin, Gerbsäuren, Raphiden etc. gegen die Angriffe von schädlichen Thieren geschützten Blätter der meisten *Quercus*-Arten.

Auch dimorphe Blätter kommen an einigen Eichen vor [z. B. bei *Q. hastata*, *oleoides*, *undulata*, *polymorpha*, *nitens*, *acutifolia* und *pungens*].

In anderen mir bekannten *Fagaceen*-Gattungen sind fast ohne Ausnahme blos die in der Gattung *Quercus* L. zur Entwickelung gelangten phyllobiologischen Typen ausgeprägt.

So besitzen die tropophytischen *Fagus*-Arten blos sommergrüne, *Quercus*-artige, die *Pasania*- und *Nothofagus*-Arten blos persistente (immergrüne) xerophile Blätter, welche bei den *Pasanien* meist ganzrandig und am Rande mehr oder weniger eingerollt [*Quercus* (*Pasania*) *glabra*, *Irwinii*] oder unterseits mehlig [*Q.* (*Pasania*) *pallida*, *Korthalsii*] oder schülferig [*Q.* (*Pasania*) *Irwinii*], bei den *Nothofagus*-Arten unterseits drüsig-punktirt oder weissfilzig sind.

In der Gattung *Castanea* (incl. *Castanopsis* Spach.) kommen den klimatischen und edaphischen Verhältnissen entsprechend angepasste sommer- oder wintergrüne, ganzrandige, gezähnte oder dornig-gesägte, sonst aber *quercus*-ähnliche Blätter vor, die bei den in subtropischen und tropischen Regenwäldern in Asien, Californien etc. verbreiteten, mit lederartigen Blättern versehenen Arten (auch bei *Castanea argentea* und *sumatrana*) nicht selten mit einer mehr oder weniger entwickelten Träufelspitze versehen [z. B. *Castanea indica*, *javanica*, *castanicarpa*, *pumila*, *tribuloides*] und unterseits dicht behaart [*C. hystrix*, *diversifolia*, *costata*, *concinna*, *chrysophylla*, *indica*, *javanica*] sind.

In Betreff der ökologischen Blatt-Typen der *Monimiaceen* möge hier mit Hinweis auf meine im Vorhergehenden citirte Arbeit, in welcher ich die phyllobiologischen Typen der Gattung *Kibara* Endl. und *Mollinedia* R. et P. kurz beschrieben habe[6]), erwähnt werden, dass die in den soeben genannten zwei *Monimiaceen*-Gattungen zur Ausbildung gelangten ökologischen Blatt-Typen mit wenigen Ausnahmen auch bei allen anderen *Monimiaceen* entwickelt sind.

So besitzen die bisher (etwa 90 nach Perkins) bekannten Arten der Gattung ***Siparuna*** Aubl. [*Citriosma* R. et P.] — durchwegs in feuchten Wäldern, an Flussufern etc. in Central- und Südamerika verbreitete baum- oder strauchartige Pflanzen — stets einfache, ungetheilte, kurz (selten länger) gestielte, meist eiförmige, verkehrt-eiförmige, lanzettliche bis länglich-lanzettliche, ganzrandige, gesägte oder gezähnte, beiderseits kahle oder $\pm$ dicht behaarte oder nur unterseits mit glänzenden, hellgrauen Schuppen, Striegel- oder Sternhaaren bedeckte, persistente, seltener abfallende, membranöse, papier- bis kartendicke oder steif- und hartlederige, am apikalen Ende oft $\pm$ lang zugespitzte oder abgerundete Laubblätter, welche man wie in der Gattung *Kibara* und *Mollinedia*[6]) in folgende zwei phyllobiologische Gruppen eintheilen kann:

[6]) Vergl. des Verf.'s „Zur Biologie der Laubblätter", 1900, p. 121, 123.

I. *Cuspidatae* vel *longeacuminatae*. Arten mit zur Ableitung des Regenwassers und Trockenlegung der beregneten Blattspreiten angepassten, in eine meist nur kurze Träufelspitze auslaufenden, persistenten, kahlen oder behaarten [7]), hygrophilen Laubblättern (Regenblättern): *Siparuna crassiflora* mit etwa 1 cm langer, oft gekrümmter Träufelspitze, *S. cuspidata*, *nigra*, *chlorantha*, *chrysantha*, *stellulata*, *riparia* var. *macrophylla*, *Santa Luciae*, *petiolaris*, *caloneura*, *glabrescens*, *Sprucei*, *hispida*, *bifida*, *argyrochrysea*, *glossostyla*.

Während ich bei zahlreichen *Kibara*-, *Mollinedia*-, *Hedycarya*-, *Palmeria*-Arten und anderen *Monimiaceen* an den ± lang zugespitzten, träufelspitzigartig endigenden (z. B. auch bei *Mollinedia elliptica*, *floribunda*, *Hortonia acuminata*, *floribunda* var. *acuminata* und var. *angustifolia* sed non var. *ovalifolia* in Exsicc. Herb. Mus. Palat. Vindob. [8]) nie eine 2 bis 3 cm lange, säbelförmig gekrümmte Träufelspitze vorgefunden habe, war ich bei meinen fragmentarischen Beobachtungen der *Monimiaceen* überrascht, an *Glossocalyx longicuspis* eine solche typisch entwickelte (bei *Gl. Staudtii* etwas kürzere) Träufelspitze entwickelt zu sehen.

II. *Obtusae* vel *subacuminatae*. Arten mit zugespitzten oder am apikalen Ende stumpf abgerundeten, kahlen oder ± dicht behaarten [9]), xerophilen, meist lederartigen oder membranösen Blättern: *Siparuna mollicoma*, *cinerea*, *magnifica*, *crassiflora*, *ternata*, *patelliformis*, *griseo-flavescens*, *pauciflora*, *salvioides*, *cujabana*, auch var. *lanceolata*, *plebeia*, *estrellensis*, *Mourae*, *brasiliensis*, *erythrocarpa*, *hypoglauca*, *camporum*, *apiosyce* var. *ruficeps*, *mollis*, *andina*, *laurifolia*, *Urbaniana*, *scabra*, *davillifolia*, *colimensis*, *Sumichrastii*, *suaveolens*, *paralleloneura*, *minutiflora*, *nicaraguensis*, *tenuipes*, *Mathewsii*, *venezuelensis*, *hylophila*, *foliosa*, *Amazonum*, *chirodota*, *harongifolia*, *spectabilis*, *Tulasnei*, *tetraceroides*, *lepidantha*, *cristata*, *Poeppigii* (schwach schülferig), *guajanensis*, auch var. *discolor*, *steleandra*.

Von anderen phyllobiologischen Typen kommen bei den *Monimiaceen* ausser den in dieser Familie sehr verbreiteten myrtusartigen (xerophilen) Blättern, welche auch in der Gattung *Mathaea*, *Peunus* (*Boldea*), *Hedycarya*, *Tambourissa*, *Laurelia*, *Nemuaron*, *Macropeplus*, *Kibara* (*Wilkiea*), *Monimia*, *Amborella*, *Atherosperma*, *Doryphora*, *Laurelia* (*Pavonia*), *Mollinedia* zahlreiche Repräsentanten haben, noch die an der Basis keilförmig verschmälerten *clusia*- oder *myrsine*-artigen Schattenblätter vor, so z. B. bei *Siparuna cujabana*, *guyanensis* und bei anderen in der II. Gruppe *Obtusae* angeführten *Siparuna*-Arten; *Laurelia* (*Pavonia*) *sempervirens*, *crenata*,

---

[7]) S. Anmerkung 3.

[8]) Die Autorennamen der vom Verf. untersuchten, oben angeführten Species sind in den Etiquetten des Herbariums des botanischen Hofmuseums in Wien angeführt. Der Direction des soeben genannten Herbariums sagt Verf. für die ihm bei seinen Untersuchungen erwiesene Freundlichkeit seinen verbindlichsten Dank.

[9]) S. Anmerkung 3.

Novae Zeelandiae etc.; *Kibara coriacea* u. a.; *Hedycarya scabra, dentata, angustifolia* und *Hedycarya* sp. indeter. aus Neu-Caledonien in Herb. Mus. Palat. Vindob.

Am Rande meist nur schwach zurückgekrümmte Blätter kommen vor bei *Tambourissa religiosa, vestita, tetragona, Siparuna chiridota, Monimia ovalifolia, Mollinedia triflora* u. a.

Mit zur Herabsetzung der Verdunstung und zum Schutze gegen Thierfrass fungirenden Mitteln sind ausserdem auch die *gnaphalium*- und *elaeagnus*-artigen, behaarten oder schülferigen Blätter versehen [z. B. bei *Siparuna ovalis, decipiens, muricata, salvioides, stellulata, estrellensis, polyantha, eriocalyx, neglecta, gesnerioides, lepidota, Gondotiana, fulva, aspera, pellita, obovata, sessiliflora, lanceolata, macrophylla, limoniodora, asperula, radiata, tetraceroides, apicifera* und bei den von Perkins[10]) und De Candolle[11]) beschriebenen *Siparuna-, Monimia-, Mollinedia-, Atherosperma-, Tambourissa- (Ambora-)* etc. Arten mit foliis dense hirto-pilosis, lepidotis vel tomentosis].

Von den zoophoben und chemozoophoben Blatt-Typen kommen bei den *Monimiaceen* noch folgende vor: 1) die rauhhaarigen Blätter einiger *Siparuna*-Arten (*S. hispida, ovalis, spectabilis, harongifolia, Knuthii, auriculata, amplifolia*); 2) die stachelspitzig-artig gezähnten oder gesägten Blätter (*Kibara Huegeliana, Mollinedia gracilis, brasiliensis*); 3) die mit Oeldrüsen versehenen, durchsichtig punktirten Blätter (*Siparuna Mourae, bifida, reginae, guajanensis* und einige *Hortonia*-Arten); 4) Secrete, Krystalle von oxalsaurem Kalk etc. im Schwammparenchym enthaltende Blätter zahlreicher *Monimiaceen*.

Während bei den die Tropophytenländer und subtropische und tropische Sclerophyllen-Gebiete bewohnenden *Fagaceen* die Laubblätter vorzüglich mit Einrichtungen zur Regulirung der Transpiration und zum Schutze vor Thierfrass versehen sind, die verschiedenen Wind- und Regenblattcharaktere jedoch selten und meist nur in geringem Grade zur Ausbildung gelangten, zeichnen sich die Blätter der in immer- oder sommerfeuchten regenreichen Gebieten verbreiteten *Monimiaceen* durch ihre in höherem Grade entwickelte Anpassung an das feuchte Klima aus [träufelspitzige Regenblätter sind häufig entwickelt, echte Windblätter scheinen aber gänzlich in dieser Familie zu fehlen].

Eine sehr hochgradige Ausbildung der Regenblattcharaktere zeigen die in tropischen Regengebieten verbreiteten, immerfeuchte Urwälder etc. bewohnenden baum- und strauchartigen Pflanzen mit derben, lederartigen, oberseits oft stark glänzenden, nur selten filzig behaarten Blättern, meist ohne Stachel- und Dornbildung.

So sind bei zahlreichen, in feuchten tropischen Wäldern vorkommenden *Melastomaceen* und *Piperaceen* die Laubblätter dem grossen Regenreichthum etc. entsprechend gestaltet, modellirt und postirt, d. h. sie gehören theils 1) zum *Ficus*-Typus der

---

[10]) Beiträge zur Kenntniss der *Monimiaceen*, III, 1901.

[11]) Prodromus Syst. natur. XVI, 2.

echten träufelspitzigen Regenblätter, 2) zum *Mangifera*-Typus der sogenannten Hängeblätter und 3) zum *Begonia*-Typus der Sammtblätter [12]).

So besitzen die Blätter des *Cyanophyllum magnificum*, *Piper purpuraceum* und anderer in sehr feuchten schattigen Wäldern oder am Rande von Bächen, Wasserfällen etc. wachsender *Melastomaceen*, *Piperaceen*, *Orchidaceen*, *Araceen* u. ä. eine sammetartige Oberfläche, auf welcher das Wasser schnell verdunstet.

Auch mit gut entwickelter Träufelspitze versehene Regenblätter kommen bei den *Melastomaceen*, *Piperaceen*, *Moraceen* und ähnl. häufig vor.

Von *Melastomaceen*, z. B. bei *Conostegia subhirsuta*, deren Blätter mit 2—3 cm langer, oft stark säbelförmig gekrümmter Träufelspitze ausgezeichnet sind; weiter bei *Pterocladon Sprucei*, *Grafenrieda laurina; Leandra*, *limbata*, *Brackenridgei*, *refracta*, *glandulifera*, *acuminata; Miconia axilliflora*, *aureoides*, *pseudoaplostachya*, *stelligera*, *cuspidata*, *scrobiculata*, *pyrifolia*, *conferta*, bei *Miconia Francavillana* und *Schwackei* mit ausserordentlich langer, mehr oder weniger gekrümmter Träufelspitze; *Henrietella Glazowiana; Loreya ovata*, *acutifolia*, *Mourinia Petroniana; Memecylon intermedium*, *acuminatum; Kibessia azurea; Henriettea Saldenhavi; Clidemia capilliflora*, *japurensis*, *Heterotrichum strigosum*, *Centradenia*-Arten u. ä. [13]).

Bei nachgenannten *Melastomaceen* finden sich auch in völlig unentwickeltem Zustande schlaff bis vertical, wie bei *Mangifera indica* e. ähnl., herabhängende Regenblätter vor, so z. B. bei *Miconia umbrosa*, *sarmentosa*, *eugenioides*, *rigidiuscula*, deren Regenblätter wie auch bei *Miconia tentaculifera* meist in eine bis über 3 cm lange säbelförmige Träufelspitze auslaufen [an den Blättern dieser zwei Arten sind also, wie bei zahlreichen Lianen, zwei verschiedene Regenblattcharaktere combinirt zur Ausbildung gekommen].

Auch bei *Miconia Maximowicziana*, *hispida*, *rimalis*, *urophylla*, *crassinervis*, *Doriana*, *subvernicosa*, *oblongifolia*, dann bei *Quercus glaberrima* (*Fagaceen*), *Ossaea cinnamomifolia* und *euphorbioides* habe ich dem *Mangifera*-Typus ähnliche Hängeblätter beobachtet, die jedoch mit einer Träufelspitze nicht versehen sind, weshalb ich vermuthe, dass diese und ähnliche, meist erst in völlig ausgewachsenem Stadium herabhängende Laubblätter noch eine andere biologische Function haben, als die träufelspitzigen Hängeblätter, was schon von Wiesner, Potter und Haberlandt für die Hängeblätter im Allgemeinen hervorgehoben wurde [14]).

---

[12]) Mehr über diese ökologischen Blatttypen siehe in des Verf.'s „Zur Biologie der Laubblätter". 1900, oder in Stahl's „Regenfall und Blattgestalt", 1893.

[13]) Siehe des Verf.'s Arbeit l. c. p. 59, 133, 135.

[14]) Nach Wiesner dienen die Hängeblätter auch als Schutzmittel gegen zu starke Beleuchtung; nach Potter gegen hohe Temperaturen; nach Haberlandt gegen verschiedene Factoren.

Meiner Meinung nach dient die nicht an ganz jungen, sondern erst an älteren Blättern, die ihre definitive Differenz erlangten, erfolgende Herabkrümmung, welche ich auch bei der brasilianischen *Sauvagesia deflexifolia*, bei *Phyllachne sedifolia* aus Neuseeland und bei *Polygala spalatha, Hydrolea glabra, spinosa, Cuphea melamprigrifolia, Displusodon imbricatus*, sowie an dem südeuropäischen *Teucrium chrysothrichum*, in geringerem Grade auch bei *Euphorbia imbricata, lathyris, denticulata* und *capitulata* vorgefunden habe, auch als ein zur Abschreckung gegen unberufene Gäste fungirendes Schutzmittel, insbesondere da, wo die Laubblätter auch durch Ausbildung von Schutzfarben etc. eine adverse Anpassung verrathen [15]).

Aehnliche biologische Bedeutung mögen auch die erst zur Fruchtreife herabgeschlagenen Laub-, Kelch- und Hüllblätter haben [16]).

In der Familie der in Südamerika, Mexico etc. verbreiteten strauch-, halbstrauch- oder krautartigen Melastomaceen sind noch nachfolgende ökologische Blatt-Typen zur Ausbildung gekommen:

1. langgestielte populusartige Windblätter, so z. B. bei *Rhynchanthera betulifolia, laxa, hispida*, dann bei einigen *Bahuria-, Grafenrieda-, Bertolonia-, Salpinga-, Leandra-, Miconia-, Clidemia-* Species u. ä.

2. Xerophile Lederblätter sind in der Gattung *Kibessia, Marumia, Memecylon, Pternaudra, Stenodon, Pachyanthus, Axinaea, Chastenaea, Centronia, Macairea, Pachyloma, Charianthus, Cremanium, Fritschia, Blakea, Mecranium, Henriettea* u. ä. häufig und oft mit verschiedenen zur Herabsetzung der cuticulären Verdunstung etc. dienenden Schutzmitteln versehen.

Die einfachen, stets ungetheilten, meist schmalen (auch pinoiden), linealischen. lanzettlichen, eiförmigen, verkehrt- oder länglich-eiförmigen, seltener elliptischen oder rundlichen, sitzenden, kurz oder länger gestielten, ganzrandigen, schwach gezähnten, gesägten, gekerbten oder seicht wellig ausgerandeten, an beiden Enden verschmälerten oder abgerundeten, meist sommergrünen, dünn- oder ± dickhäutigen, seltener fleischigen, beiderseits kahlen

---

[15]) Die Herabkrümmung der Blätter bei zahlreichen Blattrosetten bildenden *Cruciferen, Saxifragaceen, Crassulaceen*, sowie der abwelkenden, nicht abfallenden Blätter vieler Krypto- und Phanerogamen, z. B. Palmen (*Corypha*), *Bromeliaceen* (*Vriesea, Tillandsia*), *Amaryllidaceen* (*Fourcroya*), *Liliaceen* (Aloë), u. ä. gehört nicht hierher.

[16]) So z. B. die zur Fruchtzeit herabgeschlagenen Blätter einiger *Rubiaceen* (*Galium*) u. ä. Nach der Anthese herabgekrümmte Kelchblätter kommen z. B. bei einigen *Hypericum-* und *Vismia*-Arten, sowie bei einigen *Phytolacaceen, Bixaceen, Olacineen*, Leguminosen, *Connaraceen, Chrysobalaneen, Sapindaceen* (*Serjania, Paullinia, Urvillea*) vor. Während der Anthese stark herabgekrümmte, nach der Anthese eine karpotropische Schliessbewegung ausführende Kelchblätter haben einige *Mayacaceen* (*Mayaca Kunthii, Sellowiana*). Mehr darüber und über die postkarpotropischen Krümmüngen der Kelch- und ähnlicher Blätter siehe in des Verf.'s Physiol. und phycophytologische Untersuchungen, 1893, p. 73 f.; dann in den Nachträgen zu diesem Werke in den Sitz.-Berichten d. k. böhm. Ges. d. Wiss. Prag 1896.

oder mehr weniger dicht behaarten, glatten oder rauhen, am Rande oft ± stark eingerollten oder borstig behaarten, oft an beiden Seiten oder vorwiegend nur an einer Seite drüsig-punktirten oder borstig-drüsigen, borstig-gesägten und mit Drüsenhaaren bedeckten Laubblätter der in den Prärien, Steppen etc. verbreiteten xerophilen *Melastomaceen* gehören grösstentheils zu nachfolgenden ökologischen Blatt-Typen:

3. Zum *Escallonia*-Typus [17]) der lackirten, schmierigen und zeitweise mit ± stark klebrigen, firnissartigen, nicht selten auch ± stark riechenden Ausscheidungen an der Epidermis versehenen, beiderseits oder blos einerseits drüsigen, resp. drüsig-punktirten und mehr oder weniger stark behaarten Blätter, so z. B. zahlreiche *Microlicia-* (*Juraraea-*) Arten (*M. amplexicaulis*, *decipiens*, *elegans*, *Blanchetiana*, *Riedeliana*, *scoparia*, *arenariaefolia*, *pusilla*, *crenulata*, *confertiflora*, *microphylla*, *ericoides*, *glabra*, *Benthemiana*, *isophylla*, *balsamifera*, *sulcata*, *tetrasticha*, bei welchen insbesondere junge Blätter stark klebrig sind); *Trembleya pityoides*, *calycina*, *Chamissoana*, *tridentata*, *parviflora*, *phlogiformis; Lavoisiera glutinosa*, *cerifera*, *rigida*, *Riedeliana; Comolia* (*Trecentrum*) *berberifolia*, *vernicosa*; *Behuria glutinosa*.

4. Zum *Erica*-Typus [18]) der am Rande mehr weniger stark eingerollten Blätter (bei *Trembleya rosmarinoides*, *calycina*, *pentagona*; *Lavoisiera firmula*, *Riedeliana*, bei *Comolia sertularia* und *vernicosa* sind die völlig ausgewachsenen Blätter schwächer eingerollt und klebrig als die jungen Blätter; *Marcetia fastigiata*, auch var. *imbricata, disticha, taxifolia, glandulosa, pubescens, sertularia, Gardneri, tamariscina, juniperina, hirsuta, cinerea, tenuifolia, denudata, acerosa, Glazowiana, cordigera* (schwach eingerollt, später öfters fast flach); *Pleroma ledifolium, Arthrostemma rosmarinifolium, Cremanium ledifolium;* dann einige *Pachyloma-, Chaetostoma-* und *Grafenrieda*-Arten.

5. Zu den dorn- oder stachelartig zugespitzte, zoophobe Blätter tragenden *Melastomaceen* gehören: *Microlinia selaginea* und andere *M.*-Arten aus der Sect. *Chaetostomoideae* in Martii Flora Brasil. XIV, 3, p. 43, dann *Lavoisiera subulata, chamaepitys* und einige *Rhezia-, Loreya-, Henriettea*-Arten mit stachelspitzigen Blättern.

6. Borstig-drüsige und grösstentheils rauhhaarige Blätter besitzen folgende *Melastomaceen: Rhynchanthera stricta, rostrata, latifolia, Riedeliana, novemnervia, hispida, ovalifolia, betulifolia, collina, laxa, secundiflora; Siphantera robusta, villosa; Trembleya Warmingii, Selloana, Pradosiana; Osbeckia hispidissima; Lavoisiera serrulata, Bergii, compta, pectinata, Glazowiana, insignis, imbricata, cataphracta, phyllocalycina, Francavillana, elegans, scaberula, Selloana,* und alle *L.*-Arten aus der Sect. *Cataphractae* in Martii Flora Brasil. l. c. mit foliis setis rigidis ciliatis; dann einige *Lasiandra-, Rousseauxia-, Leandra-, Clidemia-, Heterothrichum-, Phyllopus-, Miconia*-Arten.

---

[17]) Vergl. des Verf.'s Abhandlung l. c. p. 83.

[18]) Vergl. l. c. p. 75.

Bei zahlreichen Arten aus den vorher genannten *Melastomaceen*-Gattungen kommen oft mannigfaltig combinirte, zur Regulirung der Transpiration, Fernhaltung von schädlichen Thieren und unter Umständen auch zur Aufnahme von atmosphärischem Wasser dienende Schutzeinrichtung vor [19]).

So sind z. B. die meisten drüsig punktirten Blätter zugleich auch mehr oder weniger am Rande eingerollt, dicht behaart und klebrig (seltener ganz kahl, flach und nicht klebrig).

Zu den nicht oder nur sehr schwach klebrige, jedoch beiderseits oder blos unterseits filzig behaarte Blättern tragenden *Melastomaceen* gehören: *Trembleya laniflora, parviflora* var. *tomentosa,* dann einige Arten aus der Gattung *Osbeckia, Melastoma, Sonerila, Salpinga, Tamonea, Heterothrichum, Rhexia, Rhynchantera villosissima, Siphanthera arenaria, cordata, Marcetia canescens, Tococa, Eriocnema, Leandra, Behuria, Clidemia, Myriaspora, Aciotis, Desmoscellis-, Plerogastra, Axinaea, Sagraea, Henriettea, Calycogonium, Lavoisiera, Cambedesia, Memecylon, Meisneria, Tricentrum, Ossaea, Tibouchina, Pterolepis, Macairea, Switramia, Miconia, Myrmedone, Microphysca, Lasyandra, Tschudya, Chaetogastra, Arthrostemma, Pleroma, Comolia villosa, ovalifolia, nummularioides* und andere *C.*-Arten in Martii Flora Bras. l. c. mit foliis utrinque villosis, hirtellis vel tomentellis.

Auch *Adelobotrys barbata,* dann die mit schülferigen Blättern versehenen *Astronien* und mit Stern- und Schuppenhaaren bedeckten Blätter der *Maieta*-Arten gehören hierher.

Vorherrschend drüsig punktirte oder drüsig-behaarte oder zugleich punktirte und behaarte Blätter sind bei den *Melastomaceen* sehr verbreitet und bilden in einigen Gattungen einen constanten Charakter, z. B. bei *Lavoisiera punctata, mucorifera, glandulifera, bicolor, nervulosa, microlicioides, Pohliana, confertiflora, pulchella, australis* und allen *L.*-Arten aus der Sect. *Mucorosae* in Martii Fl. Bras. l. c. p. 147; *Microlicia cuspidifolia, Clauseniana, setosa, Wedellii, ternata, Martiana, depauperata, Reichhardtiana, taxifolia, juniperina, minutiflora,* dann mit schwächer punktirten und drüsenhaarigen Blättern versehene *Microlicia Francavillana, trichocalycina, cuneata, Burchelliana, leucantha, cryptandra, serrulata, hirsutissima, vestita, Regeliana, acicularis, jungermannioides, humilis, stricta, obtusa, graveolens, cardiophora, tomentella, fasciculata, occidentalis, neglecta, baccharioides, pilosissima, cordata, macrophylla, decussata, fulva, hispidula, euphorbioides, helvola, Hilariana, Maximowicziana; Comolia amazonica, veronicaefolia, sertularia; Marcetia bracteolaris, latifolia, excostata, decussata, ericoides, tetrasticha.*

Dem *Silene*-Typus [19]) ähnliche, drüsenhaarige, zarte, herzeiförmige Laubblätter kommen bei *Lithobium cordatum* vor.

Auch bereifte, mit ± stark entwickelten Wachsüberzügen versehene Blätter kommen bei einigen *Melastomaceen* (z. B. bei *Microlicia myrtifolia* und *agrestis*) zur Ausbildung.

---

[19]) Ueber die antagonistischen, sich nicht combinirenden, sondern in der Regel ausschliessenden Anpassungen der Laubblätter vgl. des Verf.'s Arbeit l. c. p. 86 in Anmerk.

[19]) Vergl, des Verf.'s Arbeit l. c. p. 104.

Von microzoophilen Blatttypen ist bei den *Melastomaceen* der *Myrmedone*-Typus [20]) der myrmecophilen Laubblätter bei nachfolgenden Arten und Gattungen entwickelt: *Tococa formicaria, bulbifera, macrosperma, guyanensis, lancifolia, Maieta guyanensis, Microphysca-, Calophysca-* und *Myrmedone*-Arten [21]).

Nebenbei sei hier bemerkt, dass die Myrmecophilie eine blos einzelne (nicht alle) Arten der vorher genannten Gattungen charakterisirende, erbliche symbiotische Anpassung der Laubblätter ist, da es z. B. in der Gattung *Tococa*, Sect. *Anaphysca* in Martii Fl. Bras. XIV, 4, p. 433 und in der Gattung *Maieta* auch Arten mit nicht myrmecophilen Laubblättern giebt.

Da bei den mir bekannten *Melastomaceen* und anderen Pflanzen, deren Blätter mit den Schutzameisen als Gehäuse dienenden Myrmecodomatien versehen sind, an den Blättern die extranuptialen, zuckerreiche Flüssigkeit secernirenden Nectarien gänzlich fehlen, so bin ich der Meinung, dass die Ausbildung der von Ameisen bewohnten Domatien und der als Lockmittel für Schutzameisen dienenden extrafloralen Nectarien zu den in Antagonismus zu einander stehenden oder vicariirenden Schutzvorrichtungen der Laubblätter gehört.

In der Familie der *Melastomaceen* kommt auch Heterophyllie bei einigen *Leandra-* und *Diolena*-Arten vor.

Wie aus dem Vorstehenden zu ersehen ist, sind bei den theils xero-, theils hygrophilen *Melastomaceen* und *Monimiaceen*, sowie bei den xerophilen und tropophytischen *Fagaceen* nicht alle, sondern blos einige mit den edaphischen und klimatischen Factoren in Uebereinstimmung stehende phyllobiologische Typen zur Ausbildung gekommen, von welchen an den meisten baum- und strauchartigen, in regenreichen tropischen, subtropischen und temperirten Gebieten, insbesondere in immerfeuchten Regenwäldern gedeihenden Pflanzen (*Melastomaceen, Monimiaceen, Moraceen, Urticaceen* u. ä.) die persistenten Leder- und Regenblatt-Typen, bei den Wälder, Steppen, Prärien, Savannen, Llanos, Campos etc. bewohnenden Pflanzen der warm oder kalt temperirten und tropischen Gebiete (*Fagaceen, Euphorbiaceen, Polygalaceen* u. ä.) die sommer- oder immergrünen Wind- und Rollblatt-Typen, sowie verschiedene xero-, zoo- und hygrophilen Blattformen vorherrschen.

Aehnliches gilt auch von den meist in feuchten tropischen Gebieten der alten und neuen Welt verbreiteten *Piperaceen* und den mit diesen nahe verwandten *Chloranthaceen* und *Lacistemaceen*, deren einfache, ungetheilte, persistente oder abfallende, fleischige, membranöse, ± derbhäutige oder succulente, kurz oder mehr oder weniger lang gestielte, ganzrandige, seicht ausgerandete, gekerbte oder gesägte, meist ei-, herz-, nieren- oder schildförmige bis rundliche, seltener schmal lanzettliche oder länglich-eiförmige, beiderseits kahle oder behaarte (oft nur unterseits

---

[20]) Vergl. des Verf.'s Arbeit l. c. p. 102.

[21]) Ausführliche Verzeichnisse der Pflanzenarten mit myrmecophilen Laubblättern siehe in Schumann's, Delpino's u. A. diesbezüglichen Arbeiten.

filzige), an beiden oder an einem Ende verschmälerte oder abgerundete, am apicalen Ende nicht selten in eine Träufelspitze auslaufende, an der Basis assymmetrische, durchscheinend, braun- bis schwarz-punktirte Blätter zu nachfolgenden ökologischen Blatt-Typen gehören:

1. Arten mit xerophilen, myrtusartigen, immergrünen Lederblättern, z. B. *Piper recurvum, baccatum, Swartzianum, Mandoni, cassinoides, Mathewsii, tomentosum, crassifolium, mollissimum, firmum, coccoloboides, recurvum, Schizonephos; Peperomia adscendens, myriocarpa, tithymaloides, magnoliaefolia, incana; Saururopsis Cuminghii* und andere.

2. Arten mit weichen, breiten, ± zarten, nicht persistenten Blättern (z. B. *Piper betle, medium, Enckea (Piper) glaucescens* u. ä.), welche bei den im Schatten wachsenden Hygrophyten oft unterseits purpurroth oder schmutzig-karminroth gefärbt, oberseits nicht selten hellfleckig oder weiss etc. gestreift sind und zu den durch *Cyclamen-* und *Pulmonaria*-Arten gut repräsentirten Subtypen der Schattenblätter gehören (z. B. *Peperomia rubella, argyreia; Piper decurrens, porphyrophyllum, Ottonia (Piper) plantaginea* u. ä.)[22]).

Zu dieser Gruppe kann auch *Circaeaster agrestis* zugezählt werden, dessen an der Stengelspitze, ähnlich wie bei *Trientalis europaea,* rosettenförmig angeordnete, an der Unterseite grau gefärbte, keilförmig an der Basis verschmälerte Schattenblätter dem *Myrsine*-Typus sich anschliessen.

3. Arten, deren Blätter mit gut entwickelter Träufelspitze versehen sind und mit dem *Ficus*-Typus der Regenblätter vereinigt werden können: *Enckea*[23]) *(Piper) Martiana, ceanothifolia; Peltabryan (Piper) exserens* (bei *P. pubescens, Martianum, attenuatum* sind die Laubblätter blos kurz zugespitzt); *Artanthe (Piper) xylosteaides, concinna, abutilifolia, Cambessedei, variegata, elongata, fuscescens, Ottonia (Piper) corcovadensis, diversifolia, Hookeriana, pteropoda, eucalyptifolia, Waracabacoura; Piper longum, rugosum,* (kurz zugespitzt).

4. Arten, deren Laubblätter beiderseits oder blos unterseits ± stark behaart sind (filzige, seltener rauhhaarige, mit dünnen

---

[22]) In meiner Arbeit „Zur Biologie der Laubblätter", 1900 habe ich diese Formen der Schattenblätter dem Paris-Typus subordinirt. Da jedoch neulich Warming (Om Loobladformer, 1901) nicht weniger als 12 verschiedene Formen der Schattenblätter als besondere Typen beschrieben hat, die ich mit dem *Paris*-Typus vereinigte, so glaube ich nicht fehl zu gehen, wenn ich neben dem in meiner Arbeit aufgestellten *Lianen-* oder ***Ipomaea***-Typus und *Commelinaceen-* oder *Dichorisandra*-Typus noch folgende Formen der Schattenblätter von dem *Paris*-Typus absondern werde: 1) ***Myrsine-*** oder ***Clusia-***Typus der an der Basis verschmälerten, keilförmigen oder verkehrt-eiförmigen und obovat-lanzettlichen Schattenblätter (vergl. in meiner Arbeit p. 54); 2) ***Tropaeolum-***Typus der schildförmigen Schattenblätter (vgl. l. c. p. 55); 3) ***Cyclamen-***Typus der an der Unterseite durch Rothfärbung (Anthokyan, Erythrophyll) ausgezeichneten Schattenblätter (vergl. l. c. p. 28) und 4) ***Pulmonaria-***Typus der weiss gefleckten, gesprenkelten oder gestreiften und ähnlicher Schattenblätter (vergl. l. c. p. 53 in 49. Anmerkung).

[23]) Der Verf. citirt hier mit unveränderten Artennamen die in Martii Fl. Brasil. IV, 1 beschriebenen und zum Theile auch abgebildeten Piper-Arten.

Borsten versehene Blätter): *Piper mollicomum, hirsutum, caracasanum, Mandoni, tomentosum, Mathewsii, mollissimum, coccoloboides, aduncum, rugosum, nervosum, angustifolium; Peperomia nummulariifolia, jonophylla, hirsuta, mollis, incana* u. a.

5. Die zum *Ipomaea-* und *Tropaeolum*-Typus der Lianen- und Schattenblätter gehörigen herz-, ei-, nieren-, pfeilförmigen oder schildförmigen Blätter sind bei den *Piperaceen* nicht selten, so z. B. bei *Piper peltatum, Ottonis, tiliaefolium, medium, nigrum, Cubeba, betle, Futocadsura, scutiphyllum; Peperomia scutellaefolia, ovato-peltata, Sprucii, mexicana, parvifolia, macrorhiza, umbilicata* und bei allen in De Candolle's „Prodromus Syst. natur. XVI, 1" beschriebenen *Piper-, Pothomorpha-* und *Peperomia*-Arten mit foliis peltatis.

6. *Populus*-artige Windblattformen kommen z. B. bei *Piper medium, Cubeba, Artanthe (Piper) obtusa; Peperomia tenera* und *brasiliensis* vor.

7. Am Rande schwach eingerollte Blätter sind bei den *Piperaceen* selten (so z. B. bei *Peperomia rubricaulis*).

8. Mit ± dickfleischigen Blättern sind folgende Arten ausgezeichnet: *Peperomia portulacoides, Thomsoni, dindigulensis, Wightiana, myrtifolia, succulenta,* und andere *Piperaceen,* deren Blätter deutliche Uebergänge von der lederartigen sklerophyllen zur chylophyllen (succulenten) Blattform zeigen, wie z. B. bei *Peperomia talinifolia, resedaefolia, arifolia, argyreia, maculosa, incana, tithymoloides,* deren Blattbasis, wie bei den keilförmigen Schattenblättern, verschmälert ist.

9. Fast allgemein sind bei den *Piperaceen* die mit punktförmigen, goldgelb, braun oder schwärzlich gefärbten durchscheinenden oder nicht durchscheinenden Drüsen versehenen, zum Collectiv-Typus der chemozoophoben Blätter (*Thymus*-Subtypus)[24]) gehörigen Blätter verbreitet, so z. B. bei *Enckea (Piper) ceanothifolia, vernicea, orthostachya; Piper colubrinum, malabarense, elongatum, ovale, paraense; Peltobryon (Piper) attenuatum, Martianum, Guilleminianum; Artanthe (Piper) caudata, catalpaefolia, abutiloides, mikaniana, lentaginoides, abutifolia, Regnelli, fuscescens, guianensis, Ottonia (Piper) diversifolia, consanguinea* und andere *Piperaceen*-Arten[25]) mit foliis pellucido vel fusco-punctatis, supra subtus vel utrinque glandulis inspersis.

Von *Peperomien* gehören hierher z. B.: *P. pellucida, trinervis, elliptica, brasiliensis, parnassiaefolia, Gardneriana, myrtifolia, Catharinae, angustata, Hilariana, Menkeana, galioides, Velloziana, asarifolia, japurensis, fragrans* u. ä.

Auch bei den *Chloranthaceen* sind drüsig-punktirte, unterseits ± dicht behaarte, lederartige Blätter vorherrschend, z. B. bei *Hedyosmum cumbalense, Mandoni, parviflorum, glaberrimum, nutans, arborescens, scabrum, angustifolium, artocarpus* u. ä.

---

[24]) Vergl. des Verf.'s Arbeit p. 98.

[25]) In Martii Flora Brasil. IV, 1 und in De Candolle's Prodr. syst. natur. XVI, 1.

Zum *Myrsine*-Typus der an der Basis verschmälerten, meist keilförmigen Blätter gehört z. B. *Chloranthus inconspicuus, Ascarina polystachya* und einige *Hedyosmum*-Arten.

Neben persistenten, xerophilen Laubblättern kommen bei den *Chloranthaceen* auch abfallende, weiche, mehr oder weniger breite Blätter vor, z. B. bei einigen *Chloranthus*-Arten.

Mit typisch entwickelter, bis 2 cm langer Träufelspitze sind die Blätter einiger *Hedyosmum*-Arten versehen (*H. reticulatum* und *Hedyosmum* sp. indeter. aus Peru im Herb. Mus. Palat. Vindob.). Bei *Sarcandra chloranthoides* und einigen *Hedyosmum*- und *Chloranthus*-Arten sind die Blätter blos mit einer kurzen Träufelspitze versehen oder kurz zugespitzt.

Bei *Hedyosmum brasiliense integrum*, und ähnlichen *Chloranthaceen* sind die ± deutlich drüsig-punktirten Blätter am Rande schwach eingerollt, wie auch bei *Lacistema lucidum, polystachyum, robustum, angustum, myricoides, grandifolium, intermedium* und ähnlichen *Lacistemaceen*, deren Blätter (mit Ausnahme der ersten zwei *L.*-Arten) auch mit einer ± langen Träufelspitze versehen sind.

Drüsig gesägte oder gezähnte und chemozoophobe Blätter sind in diesen zwei Familien (chemozoophobe Blätter auch bei den *Piperaceen*) nicht selten.

Wie bei den soeben kurz beschriebenen Familien, so lassen sich auch bei den *Euphorbiaceen* in Betreff der ökologischen Blatt-Typen zwischen den einzelnen Gattungen mehr oder weniger stark hervortretende verwandtschaftliche Beziehungen nicht verkennen.

Mit Hinweis auf die vom Verf. schon früher publicirte[26]) kurze phyllobiologische Analyse der *Euphorbiaceen*-Gattung *Croton* (L.) Müll. Arg. möge hier erwähnt werden, dass, wie aus dem Verzeichniss der verschiedenen ökologischen Anpassungsformen der Laubblätter in der Gattung *Croton, Euphorbia, Manihot, Excoecaria* u. a., mit Evidenz sich ergiebt, die soeben genannten *Euphorbiaceen* entprechend der grossen ökologischen Blatttypen-Mannigfaltigkeit dieser Pflanzen, sehr mannigfaltigen, edaphischen und klimatischen Factoren unterworfen sein müssen.

Bezüglich der Gattung ***Euphorbia*** L. (*Tithymalus* Gärtn. cum abiis synon. in Engler und Prantl's „Pflanzenfamilien") sei hier zunächst erwähnt, dass die zahlreichen (etwa 700 nach De Candolle) Arten fast in allen Zonen (mit Ausnahme der arktischen Gebiete) gleich verbreitet sind, und dass an den kraut-, strauch-, halbstrauch- oder baumartigen *Euphorbien*, dem Klima etc. entsprechend, theils sommer-, theils wintergrüne, zarte, fleischige, membranöse oder derbe, lederartige, grösstentheils wie in der Gattung *Euphorbia, Croton, Excoecaria* und bei den meisten *Euphorbiaceen*) einfache, ungetheilte, schmale oder ± breite (linealische bis breit - elliptische, rhombische, subquadratische, rundliche, spatel, ei- etc. förmige), sitzende, kurz oder mehr oder weniger

[26]) Vergl. des Verf.'s „Zur Biologie der Laubblätter", p. 136 f.

lang gestielte, ganzrandige, gekerbte, gesägte oder gezähnte, am Rande stachelige oder borstig behaarte, beiderseits kahle oder meist nur unterseits ± stark behaarte, oberseits glänzende, an der Basis verschmälerte oder herzförmige, am apicalen Ende zugespitzte (auch stachel- oder träufelspitzige) Laubblätter entwickelt sind.

In dieser Gattung giebt es ausser zahlreichen Arten mit normal und reichlich entwickelten Blättern auch eine nicht unbedeutende Anzahl von Xerophyten-Species, welche entweder spärlich beblättert und mit kleinen, rudimentären, meist bald abfallenden Blättern versehen sind (*E. Tirmalli* u. ä.) oder zu den blattlosen (aphyllen), Wüsten etc. bewohnenden Arten (*E. gymnoclada, phosphorea* u. ä.) gehören.

Von ökologischen Blatt-Typen, welche in der artenreichen Gattung *Euphorbia* L. am meisten verbreitet sind, führe ich hier zunächst die bekanntesten zwei Hauptformen der hygrophilen, abfallenden, krautartigen und der xerophilen, persistenten, lederartigen Laubblätter an, mit welchen die im Nachfolgenden angeführten besonderen Anpassungsformen in Combination getreten sind.

Zu den mit einjährigen, krautigen oder submembranösen, seltener fleischigen, nicht persistenten Blättern versehenen *Euphorbien* gehören auch: *E. nivulia, epiphylloides, antiquorum, sessiliflora, heterophylla, hyberna, insularis, alpina, macrorhiza, fragifera, caputregis, macrocarpa, epithymoides, oxyodonta, Berythea, carthaginensis, neriifolia, splendens, Naumanii, fulgens* (alle vier Arten mit abfallenden Blättern an den von mir beobachteten in Warmhäusern cultivirten Exemplaren), *flavopurpurea* und fast alle in Europa und in temperirten Zonen verbreitete *E.*-Arten.

Mit immergrünen, lederartigen oder ± derbhäutigen, xerophilen Blättern sind nachfolgende *Euphorbien* versehen: *E. rosea, Cypria, Emodi, imbricata, decipiens, paralias, ligustrina, tinctoria, malleata, botriosperma, linearifolia, atoto, coccinea, Rothiana, granulata, corrigioloides, microphylla, Clarkeana, prolifera, burmanica, nilaghirica, longifolia, Thomsoniana, Kanaorica, Whasiana,* dann alle in De Candolle's „Prodromus" XV, 2 in der Sect. *Gymnadenia* und Sect. *Sclerophylla* angeführten Species.

Von Windblattformen sind in dieser Gattung blos langgestielte populusartige Blätter zur Entwickelung gekommen, so z. B. bei *E. dioscoreoides, xalapensis, Hoffmaniana, multiseta, Fraseri, astoides, acalyphoides* (bei den drei letztgenannten Arten sind die Blätter auch ± stark behaart. Auch an *E. insulana, comosa, sciadophila* sind die ± langgestielten und meist auch behaarten Blätter theils gegen Wind, theils auch gegen Verdunstung, Thierfrass, Regen etc. (wie auch bei *E. imbricata*) geschützt.

Von Schattenblattformen führe ich hier ausser der typischen, bei den schattenliebenden *E.*-Arten verbreiteten Form auch die durch alle *Cyclamen*-Arten (mit Ausnahme von *C. Coum*) repräsentirte Form der unterseits mehr oder weniger stark, durch Anthokyan meist schmutzig purpurroth gefärbten Blätter, die ich

auch an *Euphorbia Preslii* aus Nordamerika (in Exsiccaten aus Pensylvanien, Nord-Carolina und Mexico) constatirt habe. Auch an zahlreichen Exsiccaten aus Südtirol, Spanien, Palermo, Verona, Venedig und von Madeira. An einigen in Nordamerika und in Südeuropa gesammelten Exemplaren dieser *E.*-Art waren die Blätter gar nicht oder blos vereinzelt purpurroth gefleckt, was auch von anderen Pflanzen mit ähnlich gefärbten Blättern gilt [27]).

Sehr stark entwickelte Rothfärbung durch Anthokyan nicht blos der Blattunterseite, sondern auch des Stengels, fand ich an *Euphorbia decipiens* aus Persien (in Exsicc. Herb. Mus. Palat. Vindob.).

Mehr oder weniger stark an der Unterseite purpurroth gefärbte Blätter kommen auch bei *Euphorbia maculata, nutans, E. Macgillivrayi* aus Australien, *E. Cubani* aus Corsica und Sardinien, *E. fulcata* aus Südtirol, *E. Chesneyi* aus Mesopotamien, *E. erythradenia* aus Persien, *E. imbricata* von Balearen, *E. flavopurpurea, pauciflora* u. ä. vor und sind auch in einigen anderen *Euphorbiaceen*-Gattungen (*Richeria, Claoxylon, Croton, Dalechampia, Phyllanthus* etc.) bei schattenliebenden Arten nicht selten.

Zum *Myrsine*-Typus der an der Basis verschmälerten, meist keilförmigen u. ä. Schattenblätter gehören: *E. Heldreichii, clusiaefolia, Milii, multiformis* var., *E. Sieboldiana* (auch *E. dulcis*).

Mit ericoiden, am Rande mehr oder weniger stark eingerollten Blättern sind folgende *Euphorbia*-Arten versehen: *E. revoluta, discoidalis, corifolia, colorata, natalensis, iberica, ericoides, florida, clusiaefolia, recurva, Jolkini, notoptera* und *angusta* [28]) (mit schwach am Rande zurückgebogenen Blättern).

Die am Rande knorpelig-gesägten und mit Kalkinkrustationen versehenen *Euphorbia*-Arten (*E. galioides* und *E. sanguinea* nach De Candolle's „Prodromus" l. c. 35 f.) würden, insofern sie zur Absorption des atmosphärischen Wassers angepasst sind, zum Typus der Thaublätter [29]) gehören [30]).

Von zoophoben Laubblattformen kommen in dieser Gattung die stachelspitzigen oder am Rande stachelartig gesägten Blätter vor (so z. B. bei *E. spinosa*, *biglandulosa*, *burmanica*, *multiseta*, *Bojeri*, *sclerophylla*).

Mit Wachsüberzügen versehene, mehr oder weniger stark bereifte, nicht benetzbare (auch vor Thieren, Parasiten-Invasion und vor schädlichen Epiphyten geschützte) Blätter besitzt *Euphorbia aleppica, imbricata* u. ä.

Beiderseits oder blos unterseits $\pm$ dicht (filzig etc.) behaarte und zumeist auch Milchsaft enthaltende (chemozoophobe) Blätter

---

[27]) Blos bei einigen Pflanzenarten ist die Rothfärbung der Blätter durch Anthokyan oder Erythrophyll constant, spielt aber auch bei diesen Pflanzen keine wichtige biologische Rolle.

[28]) Vergl. Boissier, „Icones Euphorbiarum", 1866.

[29]) Mehr über diesen Typus siehe in des Verf.'s Arbeit l. c. p. 82.

[30]) An den vom Verf. untersuchten Exemplaren der *E. sanguinea* aus Ost-Indien, Arabien, Abyssinien und Südafrika waren an den Exsiccaten des Herb. Mus. Palat. Vindob. die Inkrustationen auch sub lente kaum sichtbar und selbst mit Salzsäure nicht gut nachweisbar.

sind in der Gattung *Euphorbia* L. sehr verbreitet, so z. B. bei *E. Selloi, viscoides, foliosa, macropus, hexagona, amychioides, adenoptera, convolvuloides, tettensis, macropus, hexagona, Fraseri, astroides, peganoides, Spruceana, granulata, tamanduana, coecorum, lanata, pycnanthema, peperomioides, tuberosa, altissima, echiophora, pilosa, erinacea, procera, amygdaloides, mercurialina, haematantha, sciadophila, insulana, epithymoides* in Exsiccaten aus der Wiener Umgebung, von Mähren, Ungarn, Serbien etc.

In anderer Richtung als in der Gattung *Euphorbia* L. erfolgte die phyllobiologische Anpassung bei den in der alten und neuen Welt meist im Tropenklima (seltener auch ausserhalb dieses) verbreiteten strauch- oder staudenartigen *Manihot*-Arten.

In der *Euphorbiaceen*-Gattung ***Manihot*** Adans. (*Camagnoc* Aubl. cum al. synon. in Engler's und Prantl's „Pflanzenfamilien") tragen die zahlreichen bisher bekannten Species meist monomorphe, seltener dimorphe, ausdauernde, seltener abfallende, meist membranöse oder lederartige, ungetheilte, rundliche *(M. orbicularis)*, nieren- oder schildförmige *(M. reniformis, peltata)*, länglich-lanzettliche *(M. salicifolia)* oder 3- bis 7-lappige, auch fingerförmig drei- bis achttheilige Blätter mit ganzen oder buchtig, leierförmig und ähnlich gelappten, gezähnten, mehr oder weniger lang zugespitzten Abschnitten.

Neben festsitzenden *(M. Weddeliana, orbicularis)* giebt es auch ± lang gestielte *(M. longepetiolata, pedicellaris, utilissima, grandiflora)* und andere in Martii Flora Brasil. XI, 2 und in De Candolle's „Prodromus" XV, 2 beschriebenen Arten mit foliis longe petiolatis, welche beiderseits kahl oder weniger mehr stark (meist nur auf der Unserseite) behaart, schmutzig roth gefärbt, (*M. violacea*) oder bereift sind.

Von ökologischen Blatt-Typen sind in dieser Gattung folgende zur Ausbildung gekommen:

1. An Wind und Regen gut angepasste, mit langen und elastischen Blattstielen und mit träufelspitzigen Abschnitten der meist herabhängenden Blattspreite versehene Blätter der in Martii Flora Bras. l. c. beschriebenen *M.*-Species mit laciniis longe vel cuspidato-acuminatis.

2. Xerophile, myrtusartige Blätter, die

3. nicht selten grau bereift *(M. pruinosa, digitiformis, divergens, paraënsis, occidentalis, angustifrons, longepetiolata, arcuata, crotalariaeformis, violacea, reniformis, quinqueloba, cornucopiaefolia* oder

4. am Rande ± stark eingerollt sind (z. B. bei *M. tenerrima, tenuifolia, gracilis,* auch var. *prunifolia, angustifrons* u. ä.)

5. Bei zahlreichen *M.*-Arten sind die Laubblätter mit einer ± dichten Behaarung versehen *(M. tomentosa, pubescens, tomentella, sinuata, cleomifolia, peruviana, janiphoides, Warmingii, tripartita* und ähnliche).

6. Mit nieren-, schild-, kreis-, herz-, ei- oder pfeilförmiger, vom Stiele abstehender und mit der Spitze meist abwärts gerichteter Blattspreite sind einige *M.*-Arten (M. *peltata, reniformis* u. ä.)

versehen, die zum *Tropaeolum*-Typus gehören oder dem *Ipomaea*-Typus der von Lindmann[31]) beschriebenen Lianen-Form der Schatten- und Regenblätter sich nähern.

7. Auch zoophobe, stachelspitzig endigende und chemo-zoophobe, durch chemische Schutzmittel vor Thierfrass geschützte Blätter kommen in dieser Gattung vor, in welcher jedoch die im Vorstehenden erwähnten zoophilen und myrmecophilen Blatt-Typen fehlen[32]).

Dimorphe Laubblätter sind bei *Manihot heterophylla, utilissima, anomala, Glaziowii, pruinosa, pubescens* und anderen *M.*-Species entwickelt, bei welchen neben den einfachen, nicht getheilten Blättern der vegetativen Triebe auch gelappte oder getheilte Blätter an fructificirenden Trieben, nebst verschiedenen Uebergangsformen vorkommen.

Aehnliche Dimorphie habe ich auch bei einigen anderen *Euphorbiaceen* beobachtet, so z. B. bei *Euphorbia heterophylla* (mit ganzrandigen und tief gezähnten), bei *E. aleppica* (mit linealischen und lanzettlichen), bei *Stillingia appendiculata*, *Aleurites moluccana*, *Zimapania Schiedeana*, einigen *Jatropha-, Mappa-* und *Croton*-Arten mit einfachen ungetheilten und drei- bis mehrlappigen oder getheilten, dimorphen Laubblättern[33]).

Bei *Croton interruptum* kommen neben normal entwickelten, länglichen bis länglich-lanzettlichen Blättern an den Blättern tragenden Zweigen auch abnorm entwickelte Blätter vor, deren Spreite in der Mitte bis auf den nepenthesartig hervorstehenden Hauptnerv reducirt ist und mit einem herabhängenden, ungleich $^1/_3$ bis $^2/_3$ Spreitenlänge langen, meist (insbesondere an der Unterseite) roth gefärbten, oberseits auch gelb gefleckten, apikalen Theile meist in Form von sehr langer phrygischer Mütze (nicht träufelspitzigartig) endigt[34]).

Auch in der *Euphorbiaceen*-Gattung **Excoecaria** L. (*Commia* Lour. cum al. synon. in Pax „Euphorbiaceae" p. 95) erfolgte die phyllobiologische Anpassung anders als in der Gattung *Manihot* und *Euphorbia*.

Die meist in tropischem Asien, Afrika und Australien, auch auf den Maskarenen und nach Martii Fl. Brasil. auch in Südamerika verbreiteten, baum-, strauch- und halbstrauchartigen, feuchte

[31]) Zur Morphologie und Biologie einiger Blätter etc. 1899.

[32]) In allen im Vorhergehenden kurz phyllobiologisch beschriebenen Familien fehlen einige Blatt-Typen (z. B. Brennblätter, carni- und insectivore Blätter etc.).

[33]) Mehr über den Dimorphismus der Laubblätter, welchen ich auch bei einigen *Proteaceen* (*Hakea suaveolens*, *Rhopala heterophylla*), *Sterculiaceen* (*Firmiana diversifolia*) und *Araliaceen* (*Aralia Brownii*), bei *Artocarpus* sp. im Prager botan. Garten = *Anacardium occidentale*, *Acrostichum flagelliforme* u. a. beobachtet habe, siehe in des Verf.'s vorher genannten Arbeit l. c. p. 119 f.

[34]) An anderen nahe verwandten *Croton*-Arten, welche mit *Croton interruptum* in den Gewächshäusern des Prager botanischen Gartens wegen ihrer buntgefärbten Blätter etc. cultivirt werden, habe ich blos monomorphe bis auf die bunte Färbung normal entwickelte, länglich-lanzettliche Blätter beobachtet.

Wälder etc. bewohnenden *Excoecaria*-Arten sind mit sommer- oder immergrünen, membranösen oder lederartigen, schmalen oder mehr oder weniger breiten (länglich-lanzettlichen bis rundlichen und subrhombischen), ganzrandigen oder seicht ausgerandeten, sonst wie in der Gattung *Euphorbia* entwickelten Laubblättern versehen, die zu nachfolgenden ökologischen Typen gehören:

1. Zoophile, mit extrafloralen Nectarien (sog. Blattstieldrüsen) ausgestattete Blätter, welche in dieser Gattung, in welcher sie, wie auch bei einigen anderen *Euphorbiaceen*-Gattungen, fast allgemein verbreitet sind (z. B. an *E. biglandulosa, obovata, Martii, arguta, tristis, diandra, occidentalis, tijucensis, marginata, pallida, sebifera,* einen constanten Charakter bilden.

2. Auch zoophobe, durchsichtig punktirte (z. B. bei *E. heterosperma*) und chemozoophobe Blätter kommen in dieser Gattung vor.

3. Von anderen Typen sind noch myrtusartige, xerophile Blätter *(E. rectinervis, crenulata, marginata, holophylla, agallocha),* populusartige Windblätter *(Ex. sebifera),* mit kurzer Träufelspitze versehene Regenblätter, an der Basis verschmälerte, *myrsine*-artige, keilförmige Schattenblätter *(E. potamiphila, marginata),* am Rande ± stark eingerollte Blätter *(Ex. parifolia, glaucescens)* und stachelig-gezähnte, zoophobe Blätter *(E. ilicifolia)* in der Gattung *Excoecaria* zur Ausbildung gelangt.

Was die Phyllobiologie der Familie der Wolfsmilchgewächse im Allgemeinen betrifft, so möge hier am Schlusse dieser Beiträge zur Kenntniss der ökologischen Blatt-Typen der *Euphorbiaceen* noch eine kurze Uebersicht der bei den *Euphorbiaceen* am häufigsten verbreiteten phyllobiologischen Formen angeführt werden:

Xerophile Lederblätter kommen in nachfolgenden Gattungen vor: *Acidoton, Aconceveibum. Actephila, Actinostemon, Adenophaedra, Aextoxicon, Algernonia, Alchornea, Amanoa, Anthostema, Aporosa, Astrococcus, Baccaurea, Baliospermum, Bertya, Beyeria. Bocquillonia, Bridelia, Buraeavia Calpigyne, Chaetocarpus, Chloriophyllum, Claoxylon, Cleistanthus, Cluytia, Cnemidostachys, Codiaeum, Colliguaya, Cometia, Conceveiba, Crypteronia. Cunnuria, Cyclostemon, Dalechampia cujabensis, Daphniphyllum, Dicoelia, Dimorphocalyx, Discocarpus, Ditta, Drypetes, Elateriospermum, Endospermum, Epiprinus, Fontainea, Freireodedron, Gavarretia, Gymnanthes, Hemicyclia, Hippomane, Hyaenanche, Hymenycardia, Leucocroton, Lithoxylon, Longetia, Mabea, Macaranga, Maesobotrya, Mapronnea, Melanthesopsis, Mettenia, Micrandra, Micranthemum, Mischodon, Nanopetalum, Neoroepera, Ophthalmoblapton, Pachystroma, Pera. Pedilanthus, Pimeleodendron, Phyllanthus, Platystigma, Pogonophora, Pycnocoma, Richeria, Sapium, Savia, Sebastiania, Secretania, Senefeldera, Simondsia, Stillingia, Uapaca* u. ä.

Mit sommergrünen, nicht persistenten Laubblättern sind z. B. *Acalypha, Alchornea, Caperonia, Coeloviscus, Cnidoscolus, Corythea, Croton, Euphorbia, Jatropha, Manihot, Ophiocaulon, Phyllanthus, Sebastiania, Stillingia* und die meisten nicht tropischen (mega-

thermen), in temperirten Zonen verbreiteten (mesothermen) *Euphorbiaceen* versehen.

Zum *Myrsine*-Typus der keilförmigen Blätter gehören: *Adenopeltis, Adenophaedra megalophyda, Angostylis longifolia, Algernonia, brasiliensis, Balophia lucida, Cleidion tricoccum, Dactylostemon, Dalechampia, Gymnanthes lucida, Jatropha spathulata, unicostata, Macaranga echinocarpa* und *M.* sp. von Madagaskar in Herb. Mus. Univ. Vindob., *Ophthalmoblapton, Pausandra Morisiana, Pera glabrata, Sebastiana Torreyana, Senefeldera, Stillingia silvatica* in einer Form von Florida in Herb. Mus. Univ. Vindob., *Tetraplandra* u. ä.

Dem *Ipomaea*-Typus der Lianen-Formen nähern sich die Blätter einiger *Manihot-, Dalechampia-, Plukenetia*-Arten u. ä.

Mit gut entwickelter Träufelspitze versehene Regenblätter besitzen: *Antidesma cuspidatum, comptum, Algernonia, Anisophyllum, Astrococcus, Claoxylon africanum, Welwitschianum, Coelodiscus speciosus, Croton, Drypetes cyatophora, Homalanthus, Hura crepitans, Johannesia princeps, Mabaea fistuligera, Macaranga denticulata, Hulletii, Janaria, triloba* (deren Blätter, wie auch bei *Hura crepitans*, auch mit Windblattcharakteren sich auszeichnen), *Plukenetia tamnoides, Tetracarpidium Staudtii, Tetraplandra Reidelii.*

Von Windblattformen ist in dieser Familie blos die *populus*- und *aesculus*-artige Form[35]) entwickelt, z. B. bei *Acalypha amblyodonta, Alchornea Jrucurana, Alchorneopsis, Aleurites floribunda, moluccana, Bischofia, Chrozophora, Claoxylon, Conceveiba guyanensis, Dalechampia populifolia, Elateriospermum, Hevea discolor, Hippomane, Hura, Homalanthus Leschenaultianus, populifolius, Johannesia princeps, Jatropha Curcas* u. a. *J.*-Arten, *Leidesia, Macaranga monandra, Lourii, Maprounea, Micrandra, Ophiocaulon, Plukenetia, Poincettia, Ricinus, Sapium, Stillingia, Tragia Sellowiana, Trewia undiflora* u. ä.

Ericoide, am Rande ± stark eingerollte Blätter kommen bei nachfolgenden *Euphorbiaceen* vor: *Actephila zeylanica* (schwach), *Amanoa glaucophylla, Amperea ericoides, Astrococcus coriaceus, Bertya Cunninghami, Metchelli, Beyeria ledifolia, Drummondii* und alle in De Candolle's „Prodromus" XV, 2 beschriebenen *Beyeriopsis-, Bertya-* und *Cunuria*-Arten mit foliis usque ad costam arcte revolutis, *Cluytia ericoides, tenuifolia, polifolia, daphnoides, alaternoides, polygonoides, pterogona* var. *revoluta, Hippocrepandra ericoides, lucida, Neesiana, Poranthera ericifolia, glauca, Richeria australis, Ricinocarpus speciosus, cyanescens, glaucus, trichophorus, Bowmanii, tuberculatus, pinifolius* (mit pinoiden Blättern).

Zum *Mesembryanthemum*-Typus der succulenten Xerophyten gehört *Synadenium* und *Euphorbia.*

---

[35]) Zu den von mir früher beschriebenen Windblattformen gesellt sich noch die durch *Aesculus Hippocastanum* u. ä. repräsentirte Form (*Aesculus*-Typus) der langgestielten, gefingerten, 3- bis 7-zähligen, fingerförmig-getheilten oder -schnittigen Blätter, welche nicht selten auch mit Regenblattcharakteren etc. combinirt ist.

Zu den mit zoophoben, dornig-gezähnten oder scharf-gesägten ilex- etc. artig bewehrten Blättern versehenen *Euphorbiaceen* gehören: *Agrostistachys*, *Alchornea ilicifolia, Cnemidostachys, Cnidoscolus, Pachystroma ilicifolium* u. ä.

Drüsig-gezähnte oder mit Blattstieldrüsen versehene zoophile Blätter sind in dieser Familie fast so wie die sclerophyllen Blätter verbreitet, so z. B. *Actinostemon*, *Adenopeltis*, *Adenoropium*, *Adriana*, *Aleurites*, *Argyrothamnia*, *Alchornea*, *Alchorneopsis, Algernonia*, *Angostylis*, *Astrococcus*, *Bernardia*, *Bonania*, *Carumbium*, *Claoxylon pedicellare*, *hexandrum*, *sandwicense*, *Cleidion*, *Coelodiscus*, *Coelodepas*, *Coccoceras*, *Colliguaya*, *Conceveiba*, *Conosapium*, *Croton* (etwa 100 Arten), *Crotonogyne*, *Cunuria*, *Elateriospermum*, *Endospermum*, *Excoecaria*, *Euphorbia*, *Dactylostemon*, *Ditta*, *Fragariopsis*, *Gymnostillingia*, *Hevea*, *Hippomane*, *Hura*, *Jatropha*, *Joannesia*, *Julocroton*, *Lepidoturus*, *Mabea*, *Maprounea*, *Micrandra*, *Omphalea*, *Ostodes*, *Pachystemon*, *Pachystroma*, *Paracroton*, *Pausandra*, *Pedilanthus*, *Phyllobotryum*, *Plukenetia*, *Ricinodendron*, *Sebastiania*, *Senefeldera*, *Stillingia*, *Sumbavia*, *Tetraplandra*, *Tetrorchidium*, *Trigonostemon* u. ä.

Auch drüsig punktirte Blätter sind nicht selten, so z. B. bei *Acalypha*, *Adenocline*, *Alchorneopsis*, *Baccourea*, *Cephalocroton*, *Coelodiscus Thunbergianus*, *Erythrococcus*, *Euphorbia* (bei einigen Arten, z. B. *E. cordifolia* sind die Blätter sehr fein punktirt, erst sub lente *punctata*), *Mappa*, *Microdesmis*, *Pera*, *Ricinella* u. ä.

Nutirende und nyctitropische Variationsbewegungen ausführende Laubblätter kommen in der Gattung *Phyllanthus*, *Reidia*, *Jatropha*, *Bottlera*, *Bridelia*, *Carumbium*, *Croton*, *Homalanthus* u. a. vor[36]).

Mit ± dichter Haarbekleidung versehene (auch rauhhaarige oder schülferige) Blätter gehören in dieser Familie zu den am häufigsten verbreiteten (oft ist die Behaarung mit der Verdickung der Blattepidermis und anderen Schutzmitteln [Secretion von Schleim und Harz bei *Beyeria* u. ä.] combinirt), so z. B. bei *Acalypha villicaulis*, *Adenochlaena*, *Adriana*, *Aextoxicum*, *Algernonia*, *Antidesma*, *Argyrothamnia Simoniana*, *mollis* u. a., *Baccaurea*, *Bernardia multicaulis*, *Beyeria*, *Bridelia*, *Capernonia*, *Chrozophora*, *Cladogynos*, *Claoxylum indicum*, *Cluytia*, *Cuidoscolus*, *Conceveiba*, *Croton*, *Dalechampia ficifolia*, *stipulacea*, *caperonioides*, *Endospermum*, *Fragariopsis Warmingii*, *Givotia*, *Glochidion*, *Hieronyma*, *Julucroton*, *Lasiocroton*, *Leucocroton*, *Macaranga*, *Mappa*, *Pera*, *Petalostigma*, *Phyllanthus asper*, *Platygyne*, *Sauropus*, *Sebastiana*, *Stillingia*, *Tanodia*, *Tetraplandra*, *Tragia*, *Trewia*, *Tritaxis*.

Chemozoophobe, Milchsaft etc. enthaltende und mit Brennhaaren versehene zoophobe Blätter kommen bei *Jatropha urens*, *Acidoton urens*, bei einigen *Cnidoscoleus*- und *Platygyne*-Arten vor.

---

[36]) Mehr darüber s. in des Verf.'s „Phytodynamischen Untersuchungen", 1893, p. 132 f. und in den Nachträgen zu dieser Arbeit (Sitz.-Ber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss., Prag 1896).

N. B. Es sei mir erlaubt, hier noch die in meiner Arbeit „Zur Biologie der Laubblätter" kurz beschriebenen zwei Formen (Typen) der Schwimmblätter (den *Nymphaea-* und *Pontedera- (Eichhornia-)* Typus[37]) durch einen dritten Typus, nämlich den durch *Pistia stratiotes* oder *Hydromystria stolonifera* (*Trianea Bogotensis*) repräsentirten ***Pistia*-Typus** zu ergänzen.

Während bei dem *Nymphaea*-Typus die breite, nie getheilte, meist rundliche, elliptische u. ä. Blattspreite und die ± langen, nahe dem Mittelpunkte der Spreite befestigten Blattstiele so eingerichtet sind, dass die Blätter schwimmend erhalten werden, besitzen die zum *Pontedera*-Typus gehörenden Eichhornien (z. B. *Eichhornia (Pontedera) crassipes*, *azurea*, *speciosa*, *tricolor* u. ä. und *Trapa*-Arten als Schwimmorgane dienende, stellenweise blasenförmig erweiterte und viel Aërenchym enthaltende Blattstiele.

Bei dem *Pistia*-Typus fungiren jedoch blos die meist nur im unteren Theile polsterartig aufgetriebenen, viel Luftgewebe enthaltenden Blattspreiten als Schwimmblasen, welche die ganze Pflanze an der Wasseroberfläche schwimmend erhalten.

Weiter möge hier neben dem *Echium*-Typus und *Carex*-Typus der zoophoben Rauhblätter[38]) noch der ***Bromelia*-Typus** der bewaffneten, scharfrandigen *Monocotylen*-Blätter aufgestellt werden, zu welchem die am Rande oder auch am Kiele vorwärts oder rückwärts (seltener an der Basis rückwärts an der Spitze vorwärts dornig-gezähnten (seltener blos rauhen), oft dem gezähnten Fortsatze des Schwertfisches oder des Delphins ähnlich ausgerüsteten Blätter zahlreicher *Bromeliaceen*, *Amaryllidaceen*, *Pandanaceen*, *Liliaceen* und *Umbelliferen* (*Eryngium*)[39]) gehören.

---

[37]) L. c. p. 34 f.

[38]) L. o. p. 97.

[39]) Ueber die phyllobiologischen Typen der *Bromeliaceen* uud einer grösseren Anzahl von *Phanerogamen*-Familien siehe des Verf.'s Arbeit in den Sitz.-Ber. der K. böhm. Ges. der Wissen. in Prag (vorgelegt den 21. Juni 1901.

Druck von Gebr. Gotthelft, Kgl. Hofbuchdruckerei, Cassel.

Ueber einige Verhältnisse des Baues und Wachsthums von *Cladophora*.

Von

F. Brand

in München.

Mit 10 Figuren.

Die Arbeit, welche von mir unter dem Titel „*Cladophora*-Studien“ in Band LXXIX. 1899 (p. 145 u. f.) dieser Blätter publicirt worden ist, bedarf nach verschiedenen Richtungen der Ergänzung.

Jener erste Versuch, die *Cladophora*-Systematik auf eine neue, dem heutigen Standpunkte der Botanik und insbesondere der Biologie entsprechende Basis zu stellen, musste damit beginnen, die Unhaltbarkeit der bisher giltigen, theils in der naturphilosophischen, theils noch in der vormikroskopischen Zeit wurzelnden Auffassungen darzuthun und erforderte eine sehr ausdauernde Naturbeobachtung, so dass zunächst eine gewisse Einschränkung des Planes nöthig war.

Physiologische und anatomische Verhältnisse wurden deshalb nur soweit berücksichtigt, als sie zur Systematik in Beziehung standen, und sind meist nur in referirender Weise behandelt; auch in rein systematischer Hinsicht wurden fast nur die Diagnosen und Beschreibungen der in Rabenhorst's Flora europ. Alg. aufgeführten Süsswasser-*Cladophoren* den eigenen Beobachtungen gegenübergestellt.

In Folgendem möchte ich nun einige allgemeine unsere Gattung betreffende Fragen, welche in den *Cladophora*-Studien entweder gar nicht berührt, oder nur kurz angedeutet sind, ausführlicher besprechen, da dieselben theilweise eine über das Specialgebiet der Algenkunde hinausgehende Bedeutung zu haben scheinen.

Eine möglichst vollständige Ergänzung der Citate aus jenen auf *Cladophora* Bezug nehmenden Arbeiten, welche erst nach Abschluss der meinigen erschienen sind, oder welche mir damals noch nicht zugänglich waren, sowie eine systematische Darstellung neuer, von Rabenhorst noch nicht erwähnter *Cladophora*-Formen, soweit ich von solchen genügendes Material erlangen kann, mögen einer weiteren Abhandlung vorbehalten bleiben.

Die Citate aus meinen (mit *Cl.*-St. bezeichneten) *Cladophora*-Studien geben die Seitenzahl des Centralblattes an, welcher in Klammer jene des Separatums beigefügt ist.

In Rücksicht auf diese Hinweise sollen gleich hier[1]) einige störende Errata berichtigt werden.

Structur der Membran.

Dass die Membran von *Cladophora* geschichtet ist, habe ich in den *Cladophora*-Studien als bekannt vorausgesetzt, und dort[2]) nur der Streifung Erwähnung gethan, weil nur diese Erscheinung von früheren Autoren als systematisches Kennzeichen verwendet war.

Nun muss ich aber in Rücksicht auf später zu erörternde Verhältnisse, sowie auf eine neue eigene Beobachtung auch auf die Schichtung näher eingehen. Ich halte mich hierbei an Strasburger's[3]) Auffassung, nach welcher diese Structur Lamellen und Schichten umfasst. Erstere sind primäre Bildungen, letztere sind gegeneinander besonders abgegrenzte Complexe von Lamellen.

Die Schichtung wird natürlich nur am Rande der Zellen im optischen Durchschnitte sichtbar und erscheint da als eine mit dem Zellkontur parallele Streifung dieser Stellen.

Diese Schichtenstreifen können mit der auf feiner Faltung der Lamellenflächen beruhenden Streifung sensu strictiori nicht wohl verwechselt werden, indem letztere nicht im optischen Durchschnitte, sondern nur bei höherer oder — weniger deutlich — bei tieferer Einstellung in der Membranfläche erscheint. Die Streifung ist nebstdem, wo sie überhaupt sichtbar wird, immer zarter und schwerer zu erkennen, als die Schichtung.

Eine dritte Art von Streifen, welche aber nur an kranken oder abgestorbenen Zellen vorkommen kann, beruht auf Faltung der ganzen Membran und ist durch ihr mehr vereinzeltes Auftreten und die eigenthümliche Form des Faltenwurfs meist unschwer kenntlich.

Die Schichtung tritt schon sehr frühzeitig auf und ich habe sie schon an zweizelligen Keimpflanzen von *Cladophora glomerata*

---

[1]) Berichtigung zu den *Cladophora*-Studien.

Seite	184 (14)	Zeile	3	von unten lies	„*Eucladophora*“ statt „*Euaegagropila*“.
„	186 (16)	„	3	„ „ „	„provectum“ „ „pro vetum“.
„	211 (19)	„	12	„ „ „	„Strasburger und Wille“ statt „St. cit. v. Wille“.
„	213 (21)	„	11	„ „ „	„verbreitet“ statt „vorbereitet“.
„	219 (27)	„	22	„ „ „	„relative“ „ „relativ“.
„	298 (40)	„	19	„ „ „	„detersus“ „ „fluitans“.
„	302 (44)	„	15	„ „ „	„der Autoren“ „ „den“ Autoren.
„	309 (51)	bezieht sich die Erklärung 5., auf Figur 6. und umgekehrt.			

[2]) *Cladophora*-Studien, p. 215—216 (23—24).

[3]) Strasburger, E., Ueber den Bau und das Wachsthum der Zellhäute. Jena 1882. p. 6. (In diesem Werke ist auch die Streifung der *Cladophora*-Membran besprochen. p. 69—70.)

bemerkt. An normal vegetirenden Zellen sind nur zwei Schichten zu sehen, nämlich eine jede einzelne Zelle direct umschliessende und eine andere, welche über den ganzen Faden hinwegläuft. Das Verhältniss erinnert in diesem Stadium an jenes der *Zygnemaceen*, bei welchen die äussere Schicht als „Cuticula" bezeichnet wird.

Diese Bezeichnung können wir aber hier nicht anwenden, weil, wie ich später zeigen werde, die äussere Schicht bei *Cladophora* von vornherein nicht einfach ist.

Ich werde deshalb die erwähnten Schichten nur als Innen- und Aussenschicht unterscheiden.

Die bei der Zelltheilung durch Neubildung entstandene Querwand ist ursprünglich ganz einfach, beiden Tochterzellen gemeinsam und nach Strasburger[1]) auch künstlich nicht zu theilen. Bald aber beginnt sich das Septum von seinem verdickten Rande her in zwei Blätter zu spalten. Diese Blätter, welche nach meiner Beobachtung oft noch sehr lange in der Mitte zusammenhängen, und meist nach der einen oder anderen — in der Regel nach der unteren Seite — etwas gewölbt sind, ergänzen dann die Innenschicht der Tochterzellmembranen zu einer die betreffende Zelle vollständig umschliessenden Specialhülle. Auf diesen Vorgang werde ich bei der Gelenkbildung zurückkommen müssen.

Mit zunehmendem Alter der Zelle (sowie auch unter besonderen, im nächsten Abschnitte zu erwähnenden Aussenverhältnissen) verdickt sich die Membran, wie wir seit Kützing[2]) wissen und kann schliesslich so mächtig werden, dass Strasburger[3]) an alten abgestorbenen Zellen zwanzig und mehr Verdickungsschichten zählen konnte. In solchen Fällen ist dann, wie Schmitz[4]) sich ausdrückt „durch das Verschmelzen der älteren Membranlamellen der Verlauf der ineinandergeschachtelten Zellwände solcher Fadenalgen vielfach schwierig zu erkennen". Dem habe ich nur beizufügen, dass auch an einzelnen Stellen jüngerer Zellen, besonders an den Septis, die Schichtung oft nicht ganz klar ist.

Aus den bisherigen Litteraturangaben scheint hervorzugehen, dass die verschiedenen Lamellen, welche die *Cladophora*-Membran zusammensetzen, ihrer inneren Natur nach als gleichwerthig gelten.

Ich habe nun eine Beobachtung zu verzeichnen, welche dieses Verhältniss in einem anderen Lichte zeigen dürfte. Gelegentlich meiner morphologischen Untersuchungen hatte ich öfters Abblätterung dünner Lamellen von der Aussenseite der Zellen bemerkt.

---

[1]) Strasburger, E., Zellbildung und Zelltheilung. 3. Aufl. Jena 1880. p. 210.

[2]) Kützing, Phykologia general. p. 263.

[3]) Bau und Wachsthum der Zellhäute. p. 69.

[4]) Schmitz, Fr., Ueber Bildung und Wachsthum der pflanzl. Zellmembran. (Verh. des naturwissenschaftl. Vereins des preuss. Rheinlandes. Sitzungsber. d. niederrh. Gesellsch. in Bonn. 6. December 1880. p. 267.)

Diese Erscheinung schien mit einer der über das Dickenwachsthum der Zellmembranen aufgestellten Theorien gut zu stimmen und wurde deshalb damals nicht weiter verfolgt.

Erst neuerdings bin ich dazu gekommen, ihre Bedeutung zu prüfen und habe gefunden, dass diese Abblätterungen lediglich eine einzige Lamelle betreffen, welche ich Decklamelle nennen will.

An jüngeren lebhaft vegetirenden und deshalb frisch grünen sowie noch nicht mit Epiphyten besetzten, noch sonst verunreinigten Pflanzen oder Pflanzentheilen ist diese Lamelle für den, der sie einmal gesehen hat, oft ohne weiteres als heller die Aussenschicht der Zellen überziehender Saum kenntlich.

Andernfalls braucht man nur einen Tropfen schwacher Essigsäure an den Rand des Deckglases zu bringen um — die vorerwähnte Beschaffenheit des Untersuchungsmateriales vorausgesetzt — in kurzer Frist die selbstständige Ablösung der Decklamelle beobachten zu können. Zuerst erhebt sie sich in Gestalt einzelner wasserheller Blasen, diese verbreitern sich, und fliessen zusammen, so dass sich schliesslich die ganze Lamelle abheben kann. Am längsten haftet sie in der Regel an den Zweigspitzen und scheint in den subapikalen Theilen auch die grösste Elasticität zu besitzen, weil vor ganz vollendeter Ablösung des Spitzentheiles die den obersten Zweigprimordien entsprechenden Kappen oft etwas oberhalb der Zweigursprünge stehen, somit in die Höhe gezogen worden sind.

Ebenso wie der Inhalt der blasenförmigen Abhebungen, erscheint auch der optische Durchschnitt der Lamelle farblos. Er hat einen Durchmesser von ca. $^1/_2$ bis gegen 1 μ und bleibt sich im ganzen Verlaufe der Lamelle ziemlich gleich.

Die Ablösung der Decklamelle wird nicht nur durch Essigsäure, sondern auch durch verschiedene andre Säuren, und partiell auch durch Formol, Jodjodkali und selbst durch einige Farbstofflösungen bewirkt. Wirkungslos sind dagegen Kalilauge und die stark Wasser entziehenden Mittel: Alkohol und (säurefreies) Glycerin. Diese erzeugen keine Abhebung der Decklamelle, sondern nur Zusammenfallen der Zellen in wechselnder Richtung, wie solches früher[1]) als Eintrocknungserscheinung erwähnt wurde.

Ist diese eine Lamelle abgelöst, so ist weder durch längere Einwirkung, noch durch Verstärkung der Säure die Ablösung einer weiteren Lamelle zu erzielen, falls nicht etwa durch concentrirte Schwefelsäure die ganze Membran zum Zerfall gebracht wird.

Die Decklamelle erscheint somit als ein selbstständiges von den anderen die Membran constituirenden Lamellen durch ihr Verhalten wesentlich verschiedenes Gebilde.

Die Ablösung ist am vollständigsten und sichersten an jungen Pflanzentheilen zu beobachten, ist aber nicht auf die allerjüngsten

[1]) *Cladophora*-Studien. p. 151. (7.)

beschränkt, sondern kann sich über eine Anzahl von Verzweigungsgraden nach abwärts erstrecken und ich habe sie noch an Stammzellen von *Cladophora glomerata*, welche einen Durchmesser von 85 μ besassen, hervorrufen können. An noch älteren Theilen gelingt es nur bisweilen durch Kochen mit verdünnter Salzsäure einige kleine Blasen zu erzeugen. Auch hier ist die Decklamelle nicht merklich dicker noch sonst verändert, sondern stimmt, abgesehen von aufsitzenden Verunreinigungen, ganz mit den junge Theile überziehenden Abschnitten überein.

Die Decklamelle jüngerer Pflanzen ist nicht nur an frischem Material von *Cladophora glomerata* sondern, wenigstens in Spuren, auch an Spiritus-Material und sogar an Exsiccaten noch längerem Erweichen in destillirtem Wasser durch Zusatz von Säuren oder Kochen mit denselben zu erkennen.

An ganz alten, mit sehr verdickten und verunreinigten Membranen versehenen Theilen gelang mir der Nachweis in keiner Weise. Ich möchte daraus aber durchaus nicht schliessen, dass die Decklamelle hier nicht mehr vorhanden wäre. Der Umstand, dass sie mit zunehmendem Alter immer schwerer abzulösen ist, rechtfertigt wohl eher die Annahme, dass schliesslich ein Zeitpunkt eintritt, in welchem die Verbindung unlöslich wird.

Die Ablösung beginnt, wie oben beschrieben, in Form von aufschiessenden Blasen, welche ihrem optischen und sonstigen Verhalten nach nichts anderes enthalten können, als eine wässerige Flüssigkeit. Die nächste Vermuthung könnte nun dahin gehen, dass diese Flüssigkeit aus dem Inhalte der Zelle stamme. Bei der Grösse, welche diese Blasen aber bald erreichen, war mir auffallend, dass keine Schrumpfung des Protoplasmakörpers bemerklich war. Ich habe mich dann durch Einleitung des Vorganges unter dem Ocularmikrometer überzeugt, dass der Durchmesser der Zelle auch bei der ausgedehntesten Blasenbildung nicht im Geringsten abnimmt. Daraus folgt, dass das Wasser, welches die Abhebung bewirkt, von aussen eindringen muss, womit auch die erwähnte Beobachtung, dass Wasser entziehende Mittel keine Ablösung bewirken, übereinstimmt. Im Uebrigen hätte die nachträglich gewonnene Erfahrung, dass auch an Exsiccaten theilweise Abhebungen hervorgerufen werden können die Messung als überflüssig erscheinen lassen.

Im Monate November, als ich diese Untersuchungen vornahm, vegetirte im Freien nur *Cladophora glomerata* an einigen Standorten so lebhaft, dass sie dazu brauchbar war, und vorstehende Angaben beziehen sich auf verschiedene Formen dieser Species. *Cladophora fracta* befand sich überall im status subsimplex oder hiemalis, wo die Decklamelle fester haftet. Auch unsere Aegagropilen befanden sich in einem Zustand verlangsamter Vegetationsthätigkeit. Es ist mir aber doch gelungen an cultivirt lebenden Exemplaren von *Cladophora fracta lacustris* und von *Cladophora* (*Aegagropila*) *Martensii* Spuren der Decklamelle nachzuweisen. Nebstdem konnte ich sie, wie schon oben angedeutet, an getrockneten oder in Alkohol conservirten Exemplaren verschiedener

Arten deutlich erkennen, so dass sie an Repräsentanten aller Sectionen unserer Gattung gefunden wurde und somit ein nicht nur der Species „*glomerata*“, sondern dem ganzen Genus eigenthümliches Organ[1]) darstellt.

Die Ablösung oder Sprengung der Decklamelle oder anderer Schichtbestandtheile ist bei *Cladophora* sicher kein normaler Vorgang, denn sonst müsste ich bei fortgesetzter Untersuchung frischen Materials öfter dergleichen bemerkt haben. Ich habe aber, soweit meine Erinnerung reicht, ohne Anwendung von Reagentien nur vereinzelte und offenbar pathologische derartige Fälle gesehen, welche nur alte Zellen oder obsolete Gelenke betrafen. Es ist mir lieb, dass meine Ansicht, wenigstens theilweise, durch eine frühere Angabe von Klebs[2]) bestätigt wird, dessen Erwartung, beim Durchbruche von Zweigen aus dickwandigen *Cladophora*-Zellen die alten Zellwandschichten gesprengt zu sehen, nicht verwirklicht wurde.

Verschiedene Grünalgen besitzen bekanntlich eine Gallerthülle und ich musste mir die Frage vorlegen, ob es sich nicht vielleicht auch hier um eine solche handele. Gegen diese Annahme spricht aber schon die äussere Erscheinung dieser Lamelle, welche als relativ festes und elastisches Häutchen mit deutlichem Doppelkontur sich bei der Ablösung oft straff über concave Stellen des Fadens hinüberspannt. Durch Methylenblau und Methylviolett wird sie in frischem Zustande nicht beeinflusst, färbt sich dagegen mit Congoroth zwar nur schwach, aber doch unverkennbar. Dieser Stoff färbt aber nach Klebs[3]) die Gallerte niemals. Letztere nimmt dagegen nach den Angaben desselben Autors in Alkohol ein körniges Ansehen an, während die Decklamelle homogen bleibt.

Eine schwache Färbung der Decklamelle beobachtete ich zuerst an *Cladophora glomerata*, welche einige Tage in 1/10 proc. Congorothlösung cultivirt und dann mit Essigsäure behandelt worden war. Da aber durch Säuren das Congoroth schwarzblau wird, erschien die abgelöste Lamelle in wenig auffälligem graulichen Tone. Deutlich rothe Farbe erzielte ich an einem Stücke derselben Alge, welches in frischem Zustande auf sein Verhalten gegen verdünnte Kalilauge[4]) geprüft worden war. Durch Zugeben und Absaugen von Wasser wurde auf dem Objectträger das Kali flüchtig ausgewaschen und dann Congoroth zugesetzt. Nach etwa

---

[1]) Die Decklamelle scheint nur bei unserer Gattung — oder vielleicht Familie — vorzukommen, da ich noch bei keiner andern fadenförmigen Grünalge dergleichen bemerkt habe.

[2]) Klebs, G., Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. (Untersuchungen des botanischen Instituts zu Tübingen. II. 1886—1888. p. 524.)

[3]) Klebs, G., Ueber die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. (Untersuchungen des botanischen Instituts in Tübingen. II. 1886—1888. p. 369.)

[4]) Nach längerer Einwirkung der Lauge war durch Säuren keine Ablösung mehr zu erzielen.

einer Viertelstunde wurde auch der überschüssige Farbstoff wieder entfernt und ein Tropfen verdünnter Essigsäure an den Rand des Deckglases gebracht. Obwohl die bald aufschiessenden Blasen unter schwachen Objectiven fast farblos schienen, zeigte 500-malige Vergrösserung mit einem achromatischen Trockensysteme, dass die Lamelle nicht nur im optischen Durchschnitte, sondern auch in der Flächenansicht deutlich — wenn auch schwächer — roth gefärbt war. Ein zurückgebliebener Rest von Kali scheint hier die Bläuung des rothen Farbstoffes verhindert zu haben.

Prüfung auf Cellulosegehalt hat bei der Decklamelle kein bestimmtes Resultat ergeben. Die Cellulose-Reaction ist an der hydrophilen *Cladophora*-Membran überhaupt nur schwer zu erzielen, so dass sie vorwiegend aus Pectinstoffen zu bestehen scheint. Chlorzinkjod allein erzeugte gar keine Färbung, auch nicht nach vorgängigem Abkochen mit Salzsäure. Gleichviel, ob Chlorzinkjod oder Jod-Jodkali verwendet war, musste ich die Concentration der nachträglich zugesetzten Schwefelsäure bis zu beginnender Auflösung der Membran verstärken um dann in der Nachbarschaft der von der Säure destruirten Theile eine blaugefärbte Zone zu erhalten. Die Decklamelle erwiess sich gegen die Säure ungefähr ebenso resistent, wie die übrige Membran und schien mir auch bisweilen eine schwach bläuliche Färbung zu zeigen; ich war aber nicht ganz sicher, ob diese Färbung nicht etwa von den zerfliessenden Membranpartien herstamme, da mit dem Fortschreiten der Säurewirkung auch die Decklamellen bald schrumpften und verschwanden.

Es lag nicht im Plane gegenwärtiger Arbeit, die in Vorstehendem geschilderten Verhältnisse noch weiter zu verfolgen. Indem ich diesen eigenthümlichen Ablösungsprocess der Aufmerksamkeit der Herrn Physiologen empfehle, beschränke ich mich darauf, nur eine technische Bemerkung beizufügen. In Rücksicht auf die Hinfälligkeit der Decklamelle müssen nämlich alle dieselbe betreffenden Operationen auf dem Objectträger vorgenommen werden. Nach Einwirkung der Reagentien darf das Object weder durch Nadeln oder Pinsel, noch durch Verschieben des Deckglases beunruhigt werden, weil die Lamellen leicht abreissen und dann zu unscheinbaren Strängen verschrumpfen.

Wachsthum der Membran.

In diesem Abschnitte gedenke ich in das schwierige und vielumstrittene Gebiet des Membranwachsthums nicht weiter einzudringen als nothwendig ist, um einigen auf *Cladophora* bezüglichen eigenen Beobachtungen ihren Platz anzuweissen. Die verschiedenen Theorien sind in den letzten zwei Jahrzehnten schon ausführlich erörtert worden und alle einschlägige Litteratur ist schon citirt, so dass ich mich darauf beschränken kann, nur jene Stellen anzuführen, welche zu meinem Thema in directer Beziehung stehen.

Es wird wohl mit Recht angenommen, dass Dicken- und Flächenwachsthum der *Cladophora*-Membran sich in verschiedener Weise abspielen.

Das Dickenwachsthum geht nach allgemeiner Annahme mit Bildung neuer Lamellen und daraus resultirender neuer Schichten einher. Schmitz[1]) hat angegeben, dass sich bei *Cladophora* neue Lamellen auf der Innenseite der Membran anlagern, bei fortgesetzter Wiederholung dieses Vorgangs immer weiter nach aussen gedrängt[2]) werden und dann verschmelzen; Klebs[3]) und Richter[4]) haben durch plasmolysirende Culturflüssigkeiten solche Auflagerungen erzielt und Verfasser dieses hat an frischen Pflanzen mehrmals Plasmaeinschlüsse zwischen den Membranschichten beobachtet, was gleichfalls auf den erwähnten Vorgang hindeutet.

Ferner ist zu bemerken, dass man ähnliche Schichtbildungen auch an beschränkten Stellen findet, an welchen ein Theil des Cytoplasmas durch pathologische Vorgänge geschwunden ist. So bildet Hansgirg[5]) eine Zelle von *Cladophora glomerata* var. *petraea* mit einer von der Membran aus nach innen vorspringenden, geschichteten und einen dunkeln Kern umschliessenden Prominenz ab, die ihren Ursprung wohl der durch einen Parasiten verschuldeten localen Zerstörung des Protoplasmas verdankt, Nordhausen[6]) hat an cultivirter *Cladophora rupestris* den Inhalt des unteren Zellendes durch Membransubstanz ersetzt gefunden und Kjellmann[7]) am Ufer des Mälarsees an einer angeschwemmten nnd in ihren äusseren Partien theilweise entfärbten (daher „canescens" genannten) *Aegagropila* Spitzen gesehen, welche durch die allmähliche Bildung von mächtigen gegeneinander ziemlich deutlich abgegrenzten und die Spitzen zuletzt ausfüllenden Cellulosemassen in eigenthümlicher Weise verdickt waren. Die Entstehungsweise solcher Verdickungen ist mir nun aus Freiculturen bekannt, welche ich mit *Cladophora profunda* nob. nahe unter dem Seespiegel vorgenommen hatte. Unter dem Einflusse der ungewohnten Aussenverhältnisse zog sich hier das Spitzenplasma oft von der Membran zurück und der Zwischenraum füllte sich mehr oder weniger mit Membransubstanz[8]) aus.

Fälle, in welchen solche Auflagerungen auch auf der Aussenseite der Membran oder zwischen deren Schichten stattgefunden

---

[1]) l. c. p. 256.

[2]) Klebs, G. (Beitr. z. Physiologie der Pflanzenzelle. p. 515) hat das bei *Zygnema* direct nachgewiesen.

[3]) l. c. p. 562

[4]) Richter, A., Ueber die Anpassung der Süssswasseralgen an Kochsalzlösungen.

[5]) Hansgirg, Prodromus der Algenflora von Böhmen. II. p. 223.

[6]) Ueber basale Zweigverwachsungen etc. p. 379 und Tafel IX. Fig. 7.

[7]) Kjellmann, F. R., Zur Organographie und Systematik der Aegagropilen. (Nova acta soc. reg. sc. Upsaliensis. Ser. III. Vol. XVII. 1898. p. 4 und 12—13.)

[8]) Nach Analogie der Wundcallus-Bildung dürfte hierzu keine allzulange Frist erforderlich sein. Nach E. Küster (Ueber Vernarbungs- und Prolifikationserscheinungen der Meeresalgen. Flora 1899. p. 144) ist an verwundeten Cylinderzellen von *Anadyomene stellata* schon nach 24 Stunden eine neue Membran fertiggestellt.

hätten, sind meines Wissens noch nicht beschrieben. Ich habe aber in alten Culturen mehrmals Verdickungen dieser Art gefunden; insbesondere sind mir linsenförmige Auflagerungen in Erinnerung, welche nur von einer oder einigen wenigen Lamellen bedeckt waren und sich an Stelle eines in seinem Wachsthum unterbrochenen Zweigprimordiums gebildet hatten. Solche Vorgänge haben auch nichts Auffallendes an sich, nachdem Klebs gelegentlich seiner Studien über die Organisation der Gallerte festgestellt hat, dass, wie Strasburger[1]) das Verhältniss kennzeichnet „ein von Cytoplasma ausgeschiedener Membranstoff bestimmte Zellschichten durchwandern kann, um in anderen, an ihrer Aussenseite gelegenen, erst zur Verwendung zu kommen.“

Dagegen muss ich gestehen, dass es mir nicht gelungen ist, mich von der gleichmässig von innen nach aussen fortschreitenden Verdichtung der Lamellenlagen, wie solche nach der Theorie von Schmitz vorhanden sein soll, zu überzeugen. Wenn auch die Aussenschicht der Membran im Ganzen consistenter ist, als die Innenschicht, so schienen mir die einzelnen Lamellen der Schichten unter sich in Bezug auf ihre Consistenz immer so ziemlich gleichwerthig zu sein, und Correns[2]) hat sogar nachgewiesen, dass sich an jeder einzelnen Lamelle zwei Schichten, eine dichte und eine weiche, unterscheiden lassen. Letztere Thatsache passt aber ebensowenig in die Dehnungs- und Pressungstheorie, wie die von mir aufgefundene so wenig veränderliche Decklamelle.

Mit dieser Betrachtung habe ich bereits die Frage des Flächenwachsthums berührt. Dieses soll nach der vorerwähnten Theorie lediglich durch mechanische Dehnung der als leblos betrachteten Membran erzielt werden.

Wenn auch der Einfluss der Turgorspannung in keiner Weise unterschätzt werden soll, so kann doch die vorerwähnte Vorstellung, soweit sie unsere Gattung betrifft, nur Angesichts alter vielfach geschichteter Membranen concipirt worden sein. In der That bildet Strasburger[3]) eine sehr dickhäutige Zelle ab, die einen Adventivzweig abgiebt, und sieht in dem Umstande, dass die dicken Schichten der Mutterzelle sich beim Uebergange in den Ast verdünnen einen Beweis für die Richtigkeit jener Ansicht.

Dem gegenüber habe ich zu constatiren, dass an jüngeren Pflanzen oder Pflanzenabschnitten von *Cladophora* nichts dergleichen zu sehen ist. Die Membranen junger Aeste sind hier, abgesehen von individuellen Schwankungen, nicht dünner, als jene der Mutterzellen und zeigen auch im übrigen dieselbe Beschaffenheit. Nur an der Spitzenkappe sind ihre Schichten oft weniger deutlich differenzirt, jedoch ohne dünner zu sein oder ein ge-

---

1) Strasburger, E., Die pflanzlichen Zellhäute. (Jahrb. für wissensch. Botanik v. Pringsheim. Bd. XXXI. 1898. p. 587.)

2) Correns, C., Zur Kenntniss der inneren Struktur einiger Algenmembranen. (Zimmermann's Beiträge zur Pflanzenzelle. III. p. 303.)

3) Bau und Wachsthum der Zellhäute. Taf. IV. Fig. 54.

dehntes oder comprimirtes Ansehen zu haben. Dabei sind die Spitzen gegen mechanische sowohl, als chemische Einflüsse empfindlicher, als die übrige Membran und zwar an lebhaft vegetirenden Exemplaren oft in so hohem Grade, dass schon ein leichter Druck auf das Deckglas, Zusatz eines Tropfens sehr verdünnter Essigsäure oder selbst von Brennspiritus genügt, um den Zellinhalt sofort austreten zu lassen.

Es scheint mir nicht denkbar, dass in so zarten Organen ein hydrostatischer Druck von solcher Stärke besteht, dass er im Stande wäre, für sich allein die alten Schichten der Mutterzelle in dünnere Blätter auszuziehen und ich kann mich mit diesem Gedanken auch unter Voraussetzung des von Strasburger[1]) angenommenen Zwischenvorganges nicht befreunden. Dieser Forscher ist der Meinung, dass das Plasma der Zelle an der Stelle des Zweigursprunges seine Natur verändere, zum „Scheitelplasma" werde und einen bestimmten Einfluss auf die angrenzende Zellhaut in der Weise ausübe, dass sie in einen Zustand grösserer Quellbarkeit versetzt werde. „Ihre Dehnbarkeit nimmt zu, während der Elasticitätsmodulus sowie Druck- und Zugfestigkeit geringer werden."

Der Grundgedanke, dass das Plasma einen sehr auffälligen Einfluss auf die Membran ausüben kann ist wohl unbestreitbar sehr fruchtbringend; die Einzelheiten obiger Ausführung lassen sich aber vielleicht etwas modificiren. So glaube ich in Rücksicht auf die in Folgendem zu erwähnenden Verhältnisse annehmen zu dürfen, dass in jeder, auch der intercalaren Zelle, immer ein Scheitelplasma vorhanden ist, dass dasselbe aber gewisser Anregungen bedarf, um seine Thätigkeit in höherem oder niederem Grade, sowie nach dieser oder jener Richtung zu entfalten.

An den Zellen von *Cladophora* treten verschiedene Erscheinungen zu Tage. deren gemeinsame unbekannte Unsache wir als Polarität bezeichnen. Dieser Begriff schliesst aber schon an und für sich die Annahme eines Scheitelplasmas mit ein. Abgesehen von dem bei der „Gelenkbildung" später zu erwähnenden Unterschiede im Verhalten des oberen und unteren Zellendes möchte ich hier auf zwei Punkte aufmerksam machen, deren wechselseitige Beziehung mir noch nicht beachtet worden zu sein scheint.

1. Erscheinen die Zoosporen-Oeffnungen ausschliesslich am oberen Ende der Zellen.
2. Treten die Aeste der Regel nach am oberen Ende der Zelle aus, und zwar an Stellen, welche ihrer Lage nach den Zoosporenöffnungen vollständig entsprechen.[2])

Was nun die Art und Weise betrifft, in welcher das Scheitelplasma in diesen beiden Fällen die Membran beeinflusst, so scheint mir hierin eine gleiche Analogie zu bestehen, wie im Austrittsorte.

---

[1]) l. c. p. 180.

[2]) Vergl. *Cladophora*-Studien. p. 291—292 (33) und p. 297 (39).

Die Zoosporenbildung wird bekanntlich eingeleitet durch vollständige Auflösung[1]) eines Theiles der Zellwand.

Bei der Zweigbildung scheinen mir alle Erscheinungen darauf hinzudeuten, dass die Veränderung der betreffenden Membranstelle von jener der Zoosporenbildung vorangehenden nur graduell verschieden ist, indem nicht die ganze Stelle, sondern nur einzelne ihrer Lamellen gelöst werden. Ich glaube nun annehmen zu dürfen, dass nur die jüngeren, noch weniger consolidirten Auf- oder Einlagerungen diesem Processe verfallen, während die ursprünglichen Schichten, wie solche an jungen Pflanzen vorhanden sind, zurückbleiben und durch den Einfluss des Cytoplasmas gleichsam verjüngt und zu frischer Wachsthumsthätigkeit angeregt werden.

Ich habe oft an Zweigprimordien, sowie an den Uebergangsstellen alter Membranen in solcher innerhalb der Schichten körnige Unebenheiten bemerkt und stehe mit dieser auf partielle Lösung der Membran hindeutenden Beobachtung nicht allein. Klebs[2]) giebt an, dass die alten Zellschichten von *Cladophora fracta* bei weiterem Vordringen der Zweige in einzelnen Fällen „in kugelige Tropfen von wasserreicher Substanz zerfallen“. Wenn wir annehmen, dass diese Körner und wasserreiche kugelige Tropfen eine Vorstufe der Lösung darstellen, und schliesslich resorbirt werden, so ist ersichtlich, dass sie nicht jederzeit vorhanden sein können.

Wenn sich die Verdünnung, welche die Mutterzell-Membran beim Uebergange in den Ast erleidet auch nicht in der angedeuteten Weise erklären liesse, so könnte sie doch schon um deswillen nicht als Beweismittel gegen die Annahme eines selbstthätigen Flächenwachsthums dienen, weil sie, wie oben constatirt, nur an alten, niemals aber an jungen Mutterzellen vorkommt.

Dagegen weiss ich jene Vorgänge, welche ich[3]) unter dem Begriffe der Evektion zusammengefasst habe, durchaus in keiner andern Weise zu erklären, als durch die Annahme eines activen Flächenwachsthums. Diese Art des Wachsthums hat übrigens in Wiesner und Andern bereits ihre Vertreter, Correns[4]) hat speciell für *Cladophoraceen* aus dem Verhalten der Lamellenstreifung direct nachgewiesen, dass beim intercalaren Zellenwachsthum die vorhandenen Membranlamellen wenigstens eine Zeit lang ohne Mitwirkung des Turgors weiter wachsen und auch Strasburger[5]) giebt neuerdings zu, dass Zellhäute unter Umständen durch active Substanzeinlagerung in die Fläche wachsen können.

---

[1]) Auch an den terminalen Sporangien von *Cladophora glomerata* sind die Löcher nicht immer so central situirt, wie sie gewöhnlich gezeichnet werden, sondern sie sind oft entschieden seitenständig.

[2]) Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. p. 524.

[3]) *Cladophora*-Studien. p.182—183 (12—13) und zweitnächstes Capitel hier.

[4]) l. c. p. 290 u. f.

[5]) Die pflanzlichen Zellhäute. p. 595.

Gelenkbildung.

Schon zu Beginn meiner *Cladophora*-Untersuchungen ist mir an gewissen Standorten eine eigenthümliche Gestaltung einzelner „Articulationen" aufgefallen, welche dieser alten Bezeichnung eine geradezu wörtliche Bedeutung zu verleihen schien. Die aneinanderstossenden Enden je zweier Zellen waren in solchen Fällen verdickt, und zwar in der Weise, dass das eine einen Kopf und das andere eine dem letzteren entsprechende Pfanne darstellt. Nebstdem war schon mit den damals verwendeten schwächeren Objectiven deutlich zu erkennen, dass die allgemeine Membranschicht im Bereiche der Zellenden losgelöst war, und frei über dieselben hinweglief, so dass das ganze frappant den Eindruck eines thierischen Gelenkes machte.[1])

Ich habe damals diese Erscheinung im Interesse der Systematik aufmerksam verfolgt, habe zahlreiche Skizzen und Notizen gemacht, aber nach der angedeuteten Richtung keine Verwendung für sie gefunden.

Da sie auch in der systematischen Litteratur nicht erwähnt war, hatte ich in Hinblick auf die Tendenz meiner *Cladophora*-Studien keine Veranlassung damals schon mit ihr in die Oeffentlichkeit zu treten. Ich beschloss vielmehr, zuvor erst ihre Entwicklung, Ursache und biologische Bedeutung näher zu prüfen. Dass ich nunmehr in der Lage bin, wenigstens die Hauptpunkte aufklären zu können, möge aus folgender Darstellung ersehen werden.

Vor Allem hat die Verdickung der Zellenden, welche zunächst der auffallendste Theil der Erscheinung war, sich als nebensächlich herausgestellt. Das Wesentliche derselben ist in anderer Richtung zu suchen und wir müssen da bei der Zelltheilung beginnen. Dieser Vorgang ist in Bezug auf *Cladophora* schon von Naegeli[2]) und Strasburger[3]) ausführlich geschildert und durch Abbildungen erläutert, so dass ich nur die uns hier interessirenden Punkte herauszugreifen brauche.

Wenn das durch Neubildung entstandene Septum fertig ist, zeigen die an dasselbe anliegenden Enden der Tochterzellen ziemlich scharfe - jedenfalls nicht auffallend abgerundete — Kanten (im optischen Durchschnitt: Ecken), so dass die gemeinsame Aussenschicht derMembran ohne nerklichen Abstand denselben anliegt. (Fig. 1.) Früher oder später werden diese Kanten aber durch die von aussen her beginnende Spaltung des (ursprünglich einfachen) Septums abgestumpft und es entsteht zwischen ihnen ein

---

[1]) Ein ähnliches, aber durch Insertion complizirtes Verhältniss zeigt Fig. 9 im Capitel: Evektion.

[2]) Naegeli und Cramer, Pflanzenphysiolog. Unters. 1. Heft. 1855. p. 46—48 und Taf IV.

[3]) Zellbildung und Zelltheilung. p. 206 u. f.

(im optischen Durchschnitte) dreieckiger Raum.[1]) Damit ist die erste Anlage des Gelenkes in's Dasein getreten. (Fig. 2.)

Dieser neu entstandene Raum, welchen ich Gelenkraum nennen will, erscheint meist farblos, wie die Membran. Jn manchen Fällen zeigten aber unter dem schwachen Objective C (von Zeiss) die Membran einen schwach bläulichen und der Gelenkraum einen röthlichen Schimmer.

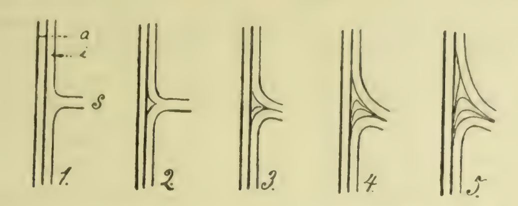


Fig. 1—5. Schematische Darstellung der Gelenkbildung.
Fig. 1. Ansatzstelle eines jungen Septums a Aussenschicht der Zellmembran, i Innenschicht derselben, s Septum.
Fig. 2. Erste Anlage des Gelenkraums.
Fig. 3. Die vorige mit einer Lamelle der ersten Serie.
Fig. 4 u. 5 weitere Entwickelung des Gelenkes mit Andeutung der zweiten und dritten Serie durch je eine Lamelle.

Der Gelenkraum kann aus physikalischen Gründen kein Hohlraum sein, sondern muss irgend eine Substanz enthalten. Diese zeigt ein geringeres Lichtbrechungsvermögen, als die Membran und scheint von halbflüssiger, jedenfalls ziemlich wasserreicher Beschaffenheit zu sein.

Mit zunehmendem Alter der Zelle vergrössert[2]) sich der Gelenkraum, und zwar weniger nach innen, wo die Scheidewandblätter länger von einander haften, als nach unten und oben. Hier löst sich die Aussenschicht allmählich etwas weiter von der Innenschicht ab, und dieser Vorgang wird nach oben zu häufig dadurch gefördert, dass das basale Ende der oberen Zelle sich mehr oder weniger abrundet. An der unteren Zelle entsteht dann eine dieser Convexität entsprechende Vertiefung. (Vergl. Fig. 4 und 5.) In manchen Fällen baucht sich das abgelöste Stück der Aussenschicht (die äussere Wand des Gelenkraumes) schliesslich nach aussen und ist bisweilen sogar etwas wellig gefaltet.

Mit dem Fortschritte in der Erweiterung des Gelenkraumes geht eine weitere bemerkenswerthe Erscheinung einher. Während dieser Raum in den ersten Stadien ein ganz homogenes Ansehen hat, treten in ihm allmählich zarte Lamellen auf. Dieselben verlaufen in der Regel zuerst parallel mit dem Kontur der unteren Zelle. (Fig. 3.)

---

[1]) Aehnliche Räume treten bekanntlich auch bei fadenförmigen Conjugaten und bei *Ulothrix* auf; hier führen sie aber nicht zu Gelenkbildung sondern unter Umständen zur Dissociation der Zellen.

[2]) Ausgebildete derartige Räume finden sich bei Strasburger (Zellbildung und Zelltheilung 1880. Taf. XIII. Fig. 23—25) an *Cladophora laetevirens* gelegentlich angedeutet.

Der weitere Entwicklungsgang dieser Lamellen kann wegen des langsamen Wachsthums[1]) unserer Gattung nicht an einer und derselben Zelle verfolgt werden, sondern man ist auf Vergleichung der an verschiedenen Zellen gesehenen Bilder angewiesen. Ich gehe deshalh zur Schilderung des Endergebnisses über. (Fig. 5.)

An vollständig ausgebildeten Gelenken kann man in der Regel drei Serien von Lamellen unterscheiden, welche alle von oben nach unten convergiren, oder, mit anderen Worten: vom untern Winkel des Gelenkraumes nach oben ausstrahlen. Die erste Serie verläuft schliesslich in den Zwischenräumen zwischen den Scheidewandblättern, die zweite setzt sich an die Innenschicht der oberen Zelle an die dritte verliert sich im oberen Winkel des Gelenkraumes. In den Figuren 3—5 sind diese Serien nur durch je eine einzige Lamelle angedeutet. Die innersten Lamellen der ersten Serie sind entsprechend der ersten Erscheinungsweise dieser Gebilde, parallel mit dem Umfange der unteren Zelle gelagert, die nächstfolgenden erheben sich in der Mitte ihres Verlaufes aber bogenförmig. In noch höherem Grade gilt Letzteres für die zweite Serie, deren Componenten schliesslich spitzbogig durch den Gelenkraum nach oben steigen, um sich schliesslich an eine tiefer gelegene Stelle der oberen Zelle anzusetzen. Die dritte Serie verläuft ziemlich gerade.

So liegen die Verhältnisse bei den *fracta*- und *glomerata*-Formen, welche ich in zahlreichen Exemplaren lebend untersucht habe. Eine im Principe vollständig mit den hydrophilen Formen übereinstimmende Struktur der Gelenke habe ich auch an Exsiccaten der marinen Arten: *Cladophora fracta marina*, *gracilis*, *prolifera* und *rupestris* deutlich gesehen, und habe mich schliesslich durch Vergleichung mit dem Resumé und den Abbildungen, welche Rosenvinge[2]) giebt, überzeugen können, dass die Gebilde, welche dieser Autor entdeckt hat, als „Falten" beschreibt, und mit der basalen Zweigverwachsung in Zusammenhang bringt, mit diesen Lamellen identisch sind.

Ich muss nun vor Allem feststellen, dass die Gelenklamellen durchaus nicht immer in so übereinstimmender Weise ausgebildet sind, wie man aus Rosevinge's Arbeit entnehmen möchte und dass sie insbesondere nicht alle Falten bilden. Um für diese Verschiedenheit Raum zu lassen und zugleich eine etwaige Verwechselung mit andern von Pringsheim[3]) bei *Cladophora* beschriebenen Falten auszuschliessen, bezeichne ich die hier besprochenen Gebilde als Gelenklamellen.

---

[1]) Vergl. *Cladophora*-Studien. p. 178—179 (9.)

[2]) Kolderup Rosenvinge, Om nogle vaextforhold hos slaegterne *Cladophora* og *Chaetomorpha*. (Botanisk Tidskrift. Bd. XVIII. p. 29 u. f.)

[3]) Pringsheim, Unters. über den Bau und die Bildung der Pflanzenzelle. Berlin 1854. Diese Falten sind nach Strasburger (Bau und Wachsthum der Zellhäute p. 198) Verdickungsschichten, welche über unfertig gebliebene Scheidewände hinweglaufen.

Bezüglich der Ursachen, welche die Ungleichmässigkeit in ihrer Erscheinung verschulden, kommt in erster Linie das durch das Alter der Zelle bedingte Entwicklungsstadium in Betracht. Das Tempo der Altersentwicklung scheint seinerseits durch gewisse Aussenverhältnisse beeinflusst zu werden, auf welche ich später zurückkommen werde.

An alten Pflanzen können die Aussenschichten der Gelenke erschlaffen und schliesslich defect werden, so dass ich schon Epiphyten, wie z. B. *Stigeoclonium tenue* innerhalb derselben angetroffen habe. An derart erschlafften Gelenken, welche ich bisher nur an grössere Süsswasserbecken bewohnenden Formen gefunden habe, sieht man auch meist die zu Eingang dieses Abschnittes erwähnte Verdickung der Zellenden. (Fig. 9.)

Schliesslich kommen öfters aus unbekannten Ursachen individuelle Verschiedenheiten vor, indem bald diese, bald jene Lamellenserie aussergewöhnlich, mächtig oder aussergewöhnlich schwach entwickelt ist, oder selbst ganz fehlt.

So ist besonders die dritte Serie öfters wenig oder gar nicht bemerklich. Es kann sogar der Fall eintreten, dass die Orientirung der Gelenklamellen sich umkehrt,[1]) wie ich vereinzelt an Exemplaren von *Cladophora fracta marina* Hauck, *Cladophora Nordstedti* Hauck und *Cladophora cornuta* nob. gesehen habe. In einzelnen Fällen waren auch bei sonst regelmässiger Ausbildung des Gelenkes eine oder einige Lamellen in einer der ersten Serie entsprechenden Weise von der Basis der oberen Zelle abgelöst.

Zur Erklärung des physiologischen Hergangs der Gelenkbildung glaube ich im Capitel über das Wachsthum der Membran schon einige Anhaltspunkte gegeben zu haben. Es ist dort constatirt worden, dass das Plasma des oberen Zellendes vor der Zoosporenbildung und vor dem Ast-Austritte einen mehr oder weniger lösenden Einfluss auf gewisse peripherische Stellen oder auf gewisse Lamellen der Membran ausübt.

Es ist wohl sehr unwahrscheinlich, dass dieser Einfluss sich durch dynamische Fernwirkung geltend macht; näher liegt die Annahme, dass aus dem Cytoplasma ein flüssiger Stoff ausgeschieden wird, welcher die Membran durchdringt und seine Wirkung direct entfaltet. Nehmen wir nun an, dass ein ähnlicher Vorgang die Scheidewand von aussen her zur Spaltung bringt und dass sich das Lösungs- oder Quellungs-Product dann in dem so gebildeten Raume ansammelt, so erklärt sich die Entstehung der Gelenkanlagen in ungezwungener Weise.

Durch die weitere Annahme, dass diese Ausscheidung innerhalb einer gewissen Lebensperiode der Alge sich fortsetzt und successive nicht nur die Scheidewand in weiterem Umfange spaltet, sondern auch die Lamellen der das obere Zellende im Bereiche

---

[1]) Nach Rosenvinge (l. c. p. 63) kommen ähnliche Lamellen auch bei der Gattung *Chaetomorpha* vor, und zwar meist mit demselben Verlauf, wie bei *Cladophora*, bei *Chaet. Melagonium* aber in umgekehrter Richtung.

des Gelenkraumes bekleidenden Innenschicht zum Theile erweicht und lockert, so wie, dass diese Lamellen durch die von unten her fortgesetzt nachdrängende Quellung theilweise ausgebaucht und in den Gelenkraum hinaufgehoben werden, ist auch die Entwicklung der Gelenkfalten leicht verständlich.[1])

Mit vorstehendem Erklärungsversuche soll natürlich nicht das letzte Wort in dieser Angelegenheit gesprochen sein. Für zutreffende Beschreibung der beobachteten Thatsachen glaube ich aber einstehen zu können.

An alten Gelenken deuteten verschiedene Unregelmässigkeiten der Bilder, welche mir vorgekommen sind, darauf hin, dass auch Absprengung einzelner Membran- und Gelenklamellen und vielleicht Wiederverlöthung derselben stattfinden kann. Diese Beobachtungen leiten hinüber zu der Frage, welche äusseren Verhältnisse die Gelenkbildung beeinflussen.

Da ich im Laufe der Jahre nicht nur sehr viele *Cladophora*-Formen untersucht und gezeichnet, sondern auch den von mir selbst gesammelten Exemplaren immer möglichst genaue Notizen über die Beschaffenheit des Standortes beigefügt habe, glaube ich diese Frage beantworten zu können.

Gelenk-Anlagen sind der ganzen Gattung als physiologische Erscheinung eigenthümlich und treten unter allen Umständen auf. Die weitere Ausbildung derselben ist aber von der Dicke der Zellmembranen und der Bewegung des Wassers abhängig. Wie sich die Abstufung regulirt, ergiebt sich aus der Beobachtung, dass an grösseren derbhäutigen Formen, welche zugleich starkem Wellenschlage ausgesetzt sind, die Gelenke am frühzeitigsten und vollständigsten ausgebildet werden.

Dicke der Membran allein genügt nicht zu diesem Zwecke, denn sonst müssten die hydrophilen Aegagropilen, welche ziemlich dicke Membranen besitzen, mit ausgebildeten Gelenken versehen sein, während in der That das Gegentheil der Fall ist. Alle Angehörigen dieser Gruppe, welche mir bisher bekannt geworden sind, leben aber in relativ ruhigem Wasser. Anderseits kommen auch an älteren Fäden von weniger dickhäutigen Formen, welche in stark bewegtem Wasser vegetiren, wohl ausgebildete Gelenke vor.

Daraus möchte ich schliessen, dass ausser den ursprünglichen physiologischen auch noch biologische Ursachen mit im Spiele sind.

Die Erklärung scheint mir nicht weit vom Wege zu liegen. Wenn der *Cladophora*-Faden den oft recht erheblichen mechanischen Anforderungen welche an ihn gestellt werden, Stand halten soll, muss er ein gewisses Maass von Elasticität besitzen. Dieses wird an zarten Formen und jugendlichen Pflanzentheilen schon durch die Biegsamkeit der Zellmembran vermittelt.

---

[1]) Auch die Scheidewand-„Falten“ gewisser *Spirogyra*-Arten entstehen nach Strasburger (Bau und Wachsthum der Zellhäute. 1882. p. 196—197) durch Auflösung der Mittelschicht eines ursprünglich soliden Ringwulstes.

In jenen anderen Fällen, in welchen die Zellen diese Eigenschaft nicht oder nicht mehr in dem erforderlichen Grade besitzen, muss ein anderes Moment hilfreich einspringen, und es wird durch Gelenkbildung die Beweglichkeit von den Zellen selbst allmählich in ihre Verbindungen verlegt. Wenn auch die Excursionsfähigkeit des Fadens am einzelnen Gelenke sehr gering ist, so summirt sich dieselbe doch durch die grosse Anzahl der Zellverbindungen. Im übrigen handelt es sich weniger um ein erhebliches Maass von Biegsamkeit, als nur um jenen geringen Grad, welcher erforderlich ist, damit der Faden vor der zerstörenden Wirkung von Strömung und Wellen bewahrt werde. Durch die Loslösung der consistenteren Aussenschicht wird die Versteifung des Fadens an der Gelenkstelle vermindert und die fügsamere Innenschicht gestattet dann die zu einer geringen Abbiegung[1]) erforderliche vorübergehende Formänderung der Zellenden; durch die lockere Anordnung der Gelenklamellen und ihre Einbettung in eine weiche Substanz wird elastische Milderung des Stosses garantirt.

Die Ausbildung der Gelenkanlagen zu wirksamen Gelenken dient aber nicht nur mechanischen Zwecken, sondern scheint auch auf mechanischem Wege gefördert werden zu können. Die vorerwähnten Absprengungen deuten darauf hin, dass der Gelenkraum auch durch kräftige passive Bewegungen des Fadens erweitert werden kann und insbesondere die Lamellen der dritten Serie schienen mir oft auf diese Weise entstanden zu sein. Berücksichtigung der mechanischen Verhältnisse erklärt auch den Umstand, dass an verwachsenen Zweigansätzen die Gelenke so auffallend ausgebildet sind. Hier summirt sich eben der Angriff zweier Fäden: Der Stammfortsetzung und des Astes.

Die in Vorstehendem als Gelenke beschriebenen Gebilde sind natürlich in ihrem Wesen von den mit dem gleichen Namen bezeichneten Organen der Phanerogamen[2]) durchaus verschieden. Während letztere active Bewegungsorgane sind, tragen erstere nur passiven Charakter und haben somit in ihrer Bedeutung mehr Aehnlichkeit mit den Gelenken der Thiere, als mit jenen der Blüten-Pflanzen.

Da ich annehme, dass einer oder der andere meiner Leser diese Gebilde einmal selbst ansehen will, mögen hier einige Worte über die Methode der Untersuchung folgen. Die wichtigsten Vorbedingungen für einen schnellen und sichern Erfolg sind: Frisches und reines Material und gutes Licht. Unter diesen Voraussetzungen bedarf es keiner Reagentien. Man reinigt das Object mittelst eines weichen Pinsels von etwa lose anhängendem Schlamme und untersucht in Wasser. In diesem Medium erschienen

---

[1]) Bei forcirter experimenteller Biegung alter Fäden knicken auf der Beugeseite in erster Linie die Aussenwände der Gelenke ein.

[2]) Die neueste und zugleich sehr präcise Darstellung dieser Verhältnisse findet sich bei Möbius, M. Ueber Bewegungsorgane an Blattstielen. (Botan. Unters. Schwendener dargebracht. Berlin 1899. p. 37 u. f.)

mir die Bilder immer etwas schärfer, als in Glycerin, und ich habe so Alles gesehen, was überhaupt zu sehen ist.

Zur Herstellung von Dauerpräparaten lässt sich Glycerin verwenden; ich habe aber für zweckmässig gefunden, demselben so viel Eosin beizusetzen, dass es eine schwach röthliche Färbung zeigt. Die Membran selbst wird dadurch nicht oder doch kaum merklich gefärbt, wohl aber (nach dem Absterben der Pflanze) der Zellinhalt. Diese Färbung stört bei der Untersuchung ebensowenig, wie die ursprüngliche grüne Farbe; sie ist sogar von Nutzen, da von ihr aus schwache Reflexe in den Lamellen entstehen, welche deren Verlauf deutlicher machen.

Nachtheilig erwiesen sich an frischem Materiale alle Mittel, welche eine leichte Quellung hervorriefen, so: schwache Säuren, Kali, Chloralhydrat und auch Formol.

Einen ähnlichen Endeffect, wie Eosin, erzeugen Methylgrünessig und Methylviolett, welche zwar die lebende Membran intensiv färben, nach dem Tode der Zelle aber vollständig in letztere übergehen.[1])

Stoffe, welche die Membran dauernd färben, wie z. B. Alaun, Hämatoxilin und Safranin, sind nur in sehr verdünnten Lösungen bisweilen brauchbar, da sie leicht die Transparenz der Schichten stören. Die Cultur in Congoroth hat mir keinen besonderen Nutzen gebracht; in Lösungen von 1 pro mille färben sich die Membranen nur schwach und unregelmässig.[2])

Nicht nur frisches Material, sondern auch conservirtes kann mit Vortheil untersucht werden, besonders solches, welches in Alkohol aufbewahrt war. Dieses zeigt nach Monaten die Gelenklamellen noch sehr deutlich.

Selbst Exsiccate sind für den, welcher die Verhältnisse schon an lebenden Pflanzen untersucht hat, nicht ganz werthlos. Die Algen müssen längere Zeit in destillirtem Wasser aufgeweicht werden. Wenn dann zur Entfernung der Epiphyten und Verunreinigungen der Pinsel nicht genügt, empfiehlt sich kurzes Einlegen in eine Mischung von Alkohol und $^{1}/_{3}$procentiger Salpetersäure, oder auch in 10procentige Schwefelsäure. Die Lamellen bleiben dabei oft recht deutlich erhalten.

Auch bei frischem Materiale ist letztere Methode zur Controle dessen, was man ohne Reagentien gesehen hat, bisweilen mit

---

[1]) Methylgrünessig färbt in einzelnen Fällen auch die Membranen lebloser *Cladophora*-Zellen, besonders wenn die Lösung sehr concentrirt ist. In der Regel geht aber die Farbe hier sofort in's Cytoplasma über, worauf in den *Cladophora*-Studien p. 151 (6.) schon aufmerksam gemacht ist.

[2]) Entschiedenere Färbung bestimmter (neuer) Schichten, wie solche Bohlin, Studier öfver etc. Alggruppen Conervales (Bihang till K. Svenska Vet.-Acad. Handlingar. Bd. XXIII. Afd. III. No. 3. p. 50) bei *Conferva* und Luther, Ueber *Chlorosaccus* etc. (ibid. Bd. XXIV. Afd. III. No. 13. p. 6) bei *Chlorosaccus* gesehen, konnte ich bei *Cladophora glomerata* nicht erzielen. Im Ganzen schienen sich sowohl die ältesten Membranabschnitte (starke Stämme) als die jüngsten (Zweig-Primordien und -Spitzen) lebhafter zu färben.

Nutzen anzuwenden. Die Lamellen erscheinen dann oft wie mit Präparir-Nadeln auseinandergezogen und ihre Ansatzstellen sind deutlicher zu erkennen.

Unerlässliche Bedingung für einen günstigen Erfolg ist aber auch hier, wie bei Untersuchung der Decklamelle, dass die Operation auf dem Objectträger vorgenommen und das Object nach Einwirkung der Säure nicht mehr verschoben wird.

Evektion.

In den *Cladophora*-Studien[1]) sind nur die Grundzüge und die äussere Erscheinung dieses Vorganges angedeutet. Folgende Zeilen sollen sich mit seinen Einzelheiten und Ursachen beschäftigen.

Vorher mögen mir aber einige Worte bezüglich der bisher gegen meine Darstellung erfolgten Einwände gestattet sein.

Nur gegen das Wort richtet sich ein E. S. Barton gezeichnetes Referat.[2]) Dasselbe versteht unter Evektion lediglich eine „Beschreibung der Art und Weise, in welcher die Seitenäste vom oberen Theil der Stammzelle entspringen und der daraus resultirenden Veränderung des Scheidewandwinkels“ und hält auf Grund dieser irrthümlichen Auffassung den neuen Terminus technikus für überflüssig. Ich muss deshalb kurz bemerken, dass es sich bei der typischen Evektion nicht um beliebige Veränderungen, sondern um das gesetzmässige Fortrücken der Zweiginsertionen in ganz bestimmter Richtung handelt. Dieser Vorgang, ohne dessen Kenntniss die morphologische Verschiedenheit der *Cladophora*-Insertionen absolut unverständlich sein muss, ist meines Wissens noch von Niemandem constatirt worden[3]) und muss doch auch einen Namen haben, um nicht bei jeder Erwähnung eine neue Beschreibung zu erfordern.

Gegen die Sache wendet sich eine Abhandlung von Nordhausen.[4]) Dieselbe gelangt zu dem kategorischen Schlusse: „von einem Hinaufschieben, bezw. einer Evektion ist also nicht die Rede.“[5]) Dass primäre Gabelungen bei *Cladophora* nicht vorkommen, wird in dieser Abhandlung nicht nur zugestanden, sondern sogar durch ein Citat nach Rosenvinge betont.[6]) Wenn nun an älteren Theilen dennoch Scheindichotomien gefunden

---

[1]) *Cladophora*-Studien p. 182—183. (12—13).

[2]) Journal of Botany. April 1900. p. 139—140.

[3]) Wie wenig dieser der ganzen Gattung eigenthümliche Vorgang bisher bekannt war, erhellt aus dem Umstande, dass sein End-Resultat, die Scheindichotomie, noch in der neuesten Zusammenstellung der hydrophilen *Cladophora*-Arten (De Toni, Sylloge) als Speciesmerkmal angegeben ist, und zwar nur für wenige Arten: Als einfache Dichotomie bei *Cladophora oligoclona* etc. und als Verwachsung (d. i. verwachsene Dichotomie) bei *Cladophora canalicularis*.

[4]) Nordhausen, M., Ueber basale Zweigverwachsungen bei *Cladophora* etc. (Jahrb. für wissensch. Botanik. Bd. XXXV. 1900. p. 366 u. f.)

[5]) l. c. p. 385.

[6]) l. c. p. 368.

werden, so müssen die unbestritten seitlich entsprungenen Aeste doch irgendwie von der Seite auf die obere Fläche der Mutterzelle gelangt sein, d. i. durch „Evektion".

Sehen wir zu, auf welche Gründe hin ein so klares Verhältniss abgeleugnet werden will, so finden wir nicht etwa neue, beweiskräftige Thatsachen,[1]) sondern nur vier irrthümliche Annahmen.

Erstens wird meiner Angabe über die Ortsveränderung der Insertionen ganz unbegründeter Weise die Voraussetzung einer selbstständigen Beweglichkeit[2]) der Aeste untergelegt.

Zweitens kann der Vorhalt[3]) „dass die aus der Evektion resultirende Aufrichtung des Zweigs die Knickung der Basalzelle des letzteren unerklärt lässt", nur unter der Voraussetzung gedacht werden, dass diese Knickung eine nothwendige Folge der Evektion sei. Nun hat aber nicht jeder Fall von Evektion Verwachsung im Gefolge, ja nicht einmal jede Verwachsung eine Abknickung. Da Berufung auf eigene Beobachtungen bestritten werden könnte, will ich nur aufmerksam machen, dass ein Blick in die bezüglich der gröberen Verhältnisse als zuverlässig anerkannten phykologischen Tafeln von Kützing hierüber Aufklärung gebracht hätte. Bei flüchtiger Durchsicht habe ich, abgesehen von vielen weniger entwickelten, hochgradige (einen Zelldurchmesser erreichende oder überschreitende) Verwachsungen ohne Abknickung der Basalzellen an folgenden Abbildungen gefunden: Bd. III. Taf. 92 *Cladophora ovoidea*, Taf. 98 *prolifera*, Bd. IV. Taf. 5 I. b) *sertularia*, ibid. II. d) *Neesiorum*, Taf. 6 a) *spinulosa* Taf. 20 *Thoreana*, Taf. 21 *ceratina*, Taf. 24 *viridula*, Taf. 28 *Buchingeri*, Taf. 30 *tenella*, Taf. 41 I a) *falklandica*, ibid. II. d) *Montagneana*.

Es wird also in obigem Einwurfe der Abknickung irrthümlich eine Bedeutung beigelegt, welche dieser zufälligen Erscheinung in keiner Weise zukommt. Dieselbe entsteht nur dann, wenn der freie Abschnitt des Zweiges durch äussere Verhältnisse veranlasst wird, eine Richtung anzunehmen, welche von jener des verwachsenen Stückes erheblich abweicht.

Drittens beruht der Satz[4]) „da aber die Querwände stets senkrecht zur Längsachse der Zelle stehen, so ist der Schluss berechtigt, dass der Zweig sich genau um denselben Winkel um seine Basis drehen muss und zwar nach dem Stammgipfel zu" auf der irrigen Voraussetzung, dass die *Cladophora*-Zellen alle

---

[1]) Dass (l. c. p. 385) dem von mir erwähnten „wenigstens nahezu rechten" ein „rein (?) stumpfer" Winkel entgegengesetzt wird, kann ich um so weniger als eine solche Thatsache auffassen, als ich in der Lage bin, in Folgendem meine Angabe zu begründen.

[2]) Dieses sonderbare Missverständniss ist wohl dadurch entstanden, dass ich nicht für nothwendig gehalten hatte, zu erklären, wie verbundene Pflanzentheile sich nachträglich durch ungleichmässiges Wachsthum verschieben können.

[3]) l. c. p. 384.

[4]) l. c. p. 388.

regelmässig cylinderförmig gebaut seien. Es ist aber kein besonders ausdauerndes Studium erforderlich, um sich an natürlichem Materiale und selbst an den Abbildungen der Tabul. phykol.[1]) zu überzeugen, wie an Insertionen das Basalseptum oft sehr erheblich von der normalen Stellung abweicht und keinesfalls immer so genau rechtwinklig zur Längsachse der Zelle steht, dass aus seiner Neigung der Abzweigungswinkel bestimmt werden könnte. Eine sehr kleine auf der kurzen Strecke der Querwand kaum merkliche Abweichung von 90° wird an der mehrfach grösseren Längswand der Zelle erheblich zur Geltung kommen. Nebstdem sind oft die Basalflächen der Astzellen mehr oder weniger abgerundet oder letztere selbst in höherem oder niederem Grade verbogen. Jeder dieser zwei Umstände[2]) genügt aber schon für sich allein, um die Existenz eines Winkels in mathematischem Sinne, zu dessen Constituirung bekanntlich zwei gerade Linien erforderlich sind, überhaupt auszuschliessen.

Viertens culminirt die erwähnte Arbeit in der Proclamation eines vermeintlich neu entdeckten „basalen Wachsthums"[3]), in Folge dessen die Insertions - Veränderungen nicht durch Erhebung, sondern durch Versenkung der Zweigansätze entstehen sollen.

Wenn ich auch nicht später zeigen müsste, dass ein solcher Vorgang schon an sich ein Unding ist, so könnte dieses Argument doch hier um deswillen nicht in's Feld geführt werden, weil es nur auf die geschichteten Membranen von *Cladophora* zugeschnitten ist. Evektionserscheinungen finden sich aber, wie ich an dieser Stelle constatiren will, an verschiedenen Algen, und zwar auch an solchen, welche nur einfache Membranen besitzen, wie z. B. *Chaetophora*, *Stigeoclonium* und *Chantransia* u. a.

Bei Schilderung der typischen Evektion habe ich[4]) angegeben, dass das ursprünglich einen rechten oder nahezu rechten Winkel mit der oberen Wand der Mutterzelle bildende Insertionsseptum schliesslich mit ihr ganz oder nahezu in eine Ebene zu liegen kommt. Hierbei habe ich natürlich die ideellen Grenzen des Vor-

---

[1]) Diese Abbildungen sind nicht alle in genügender Vergrösserung ausgeführt. An den stärkeren Formen sind aber die hier besprochenen Verhältnisse deutlich zu erkennen.

[2]) Solche Unregelmässigkeiten der Basalzellen werden wohl durch die Ablenkung hervorgerufen, welche der Ast durch Belichtung, Raumbeschränkung, Strömung und dergl. erfahren kann. Derartige — bisher noch nicht genügend studirte — Einflüsse müssen sich vom peripheren Theile des Astes auf die Basalzelle fortsetzen und dann die Neigung des Insertionswinkels verändern, indem sie entweder die Form dieser Zelle oder auch die Modification der Evektion umgestalten. So erklärt es sich, dass man bisweilen an einer und derselben *Cladophora*-Form alle Uebergänge von aufrecht angedrückter bis pseudosympodial einseitig rechtwinklig abstehender Verzweigung findet. Daher hat vergleichende Messung oder vielmehr Taxirung der Abzweigungswinkel nur dann einen Zweck, wenn sie nicht an beliebigen Pflanzen, sondern an dem gleichen Exemplare unter verschiedenen experimentell regulirten Verhältnissen zur Ergründung der Ablenkungsursachen und ihrer Wirkungen vorgenommen wird.

[3]) *Cladophora*-Studien p. 182—183 (12—13) und Taf. III. Fig. 22. u. 23.

[4]) l. c. p. 373 u. f.

ganges im Auge gehabt, und kein Algologe wird die Sache so auffassen, dass die Extreme an jedem Pflanzenstücke oder selbst an jeder Pflanze zu finden sein müssten.

Ein solches Missverständniss glaubte ich schon deshalb nicht befürchten zu müssen, weil ich die verschiedenen Abnormitäten, zu welchen die Gattung sehr geneigt ist, ausführlich charakterisirt und bildlich dargestellt habe und weil deren Einfluss auf Verdunkelung der Evektionserscheinungen nicht zu verkennen ist.

Hier habe ich vor Allem die so ungemein häufige Verspätung im Auftreten der Scheidewand zu nennen. In solchen Fällen ist bei ihrem Erscheinen die Evektion des Astes schon mehr oder weniger vorgeschritten und das Septum wird dann von vornherein in einer diesem Zustande entsprechenden mehr gegen die Horizontale geneigten Lage entstehen.

Es existirt übrigens noch ein äusserer Grund, aus welchem die zumeist nur an jungen Zweigen vorkommende zur oberen Wand der Mutterzelle rechtwinklige Orientirung der Insertionssepta nicht so häufig zur Ansicht kommt, als man erwarten könnte. Diese Verhältnisse sind nämlich nur in Profilstellung der Scheidewand deutlich zu erkennen. Die *Cladophora*-Aste entspringen aber nach verschiedenen Seiten.

Breitet man ein Fadenstück auf dem Objektträger aus, so werden die älteren Abzweigungen, welche die stärksten und längsten Hebelarme repräsentiren, vorwiegend die Lage des Fadens bestimmen und ihre eigenen, in der Evektion schon vorgeschrittenen Insertionen in Profilstellung bringen, während die Insertionen der kurzen und schwachen jungen Aeste vielfach in eine zur Beobachtung weniger günstige oder ganz ungeeignete Lage gerathen.

Immerhin kommt diese Primärstellung des Septums häufig genug zur Ansicht, und zwar am häufigsten da, wo die Evektion in verlangsamtem Tempo abläuft, nämlich bei den Formen von *Cladophora fracta*. Weniger häufig ist sie bei der mehr beschleunigten Evektion der *glomerata*-Formen zu finden, fast gar nicht aber bei *Cladophora Nordstedti* Hauck und *Cladophora cornuta* nob. Bei der sozusagen überstürzten Evektion der letztgenannten Formen drängt der Ast von vornherein so entschieden nach oben, dass die ersten Stufen des normalen Vorganges gar nicht zur Beobachtung kommen und dass der Zusammenhang dieser Evektionsform (der Evektio dislocans) mit dem typischen Verlaufe sich nur aus dem Vorhandensein aller Zwischenformen erkennen lässt.

Die Auffindung dieser Zwischenformen erfordert in der Regel einen Ueberblick über die morphologischen Verhältnisse der ganzen Gattung; bisweilen werden aber mehrere derselben an einer einzigen Pflanzen gefunden.

Die individuellen Abnormitäten von *Cladophora* kommen, wie ich schon früher[1]) angedeutet habe, vielfach in der Weise zu Stande, dass die Charaktereigenthümlichkeiten einer anderen Art

---

[1]) *Cladophora*-Studien p. 150. (5.)

imitirt werden. So kann es z. B. vorkommen, dass bei einer sonst mit verlangsamter Evektion versehenen Form gelegentlich ein oder mehrere Aeste ohne den normalen seitlichen Umweg sofort nach oben zu durchbrechen.

Ebenso wird das Endziel der typischen Evektion, nämlich die horizontale Stellung des Insertionsseptums nicht immer auf directem Wege erreicht, wie sich aus folgender Darstellung ergeben wird.

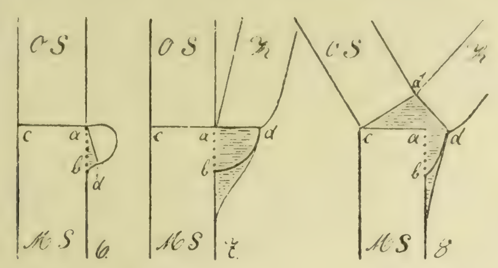


Fig. 6—8. Schematische Darstellung des speciellen Membranzuwachses, welchen die Evektion erfordert, ohne Berücksichtigung des allgemeinen Zellwachsthums.

Die zugewachsenen Stücke sind durch Schraffirung bezeichnet. In allen Figuren bedeutet MS die Zweigmutterzelle, OS die nächstfolgende Stammzelle, Z die Astzelle, die Punktreihe a—b die Austrittstelle des Astes, c—a die obere Wand der Mutterzelle.

Fig. 6. Erstes Stadium der Evektion. a—d Grenze zwischen Stamm und Ast.

Fig. 7. Vollendete Evektion mit hinreichender Erweiterung der Mutterzelle. a—d Grenze zwischen Stamm und Ast, b—d der Kreisbogen, welchen der Punkt d beschrieben hat.

Fig. 8. Vorgeschrittene regelmässige Evektion mit ungenügender Erweiterung der Mutterzelle. a^1—d Grenze zwischen Stamm und Ast, b—d, die parabelähnliche Curve, welche der Punkt d in diesem Falle beschrieben hat, c—a ursprüngliche Stellung der oberen Mutterzellwand, c—a^1 gegenwärtiger Stand derselben.

Zur Erklärung des Evektions-Mechanismus müssen wir beim ersten Stadium der Zweigbildung einsetzen. Nehmen wir an, die Zellmembran sei nicht activ wachsthumsfähig und der Vorgang spiele sich nur nach rein mechanischen Gesetzen ab, so muss der seitlich entspringende Ast, welcher nach dieser Theorie durch den in der Mutterzelle herrschenden hydrostatischen Druck wie aus einer mit seitlicher Oeffnung versehenen Spitze herausgetrieben wird, auch in dieser Richtung sich entfalten und, wenigstens zunächst, rechtwinklig abstehen.

Gegen die Annahme einer derartigen Entstehungsweise spricht aber der Umstand, dass sich das Zweigprimordium in den meisten Fällen sofort mehr oder weniger nach oben richtet, sowie eine andere schon von Rosenvinge[1]) gemachte Beobachtung. Der Rand der unveränderten Mutterzell-Membran, welcher die runde Stelle, aus welcher der Ast entsprungen ist, umgiebt, macht sich nämlich meist noch für einige — oft für lange — Zeit als ring-

[1]) l. c. Resumé p. 62.

förmige Einschnürung bemerklich, gleichviel, ob sich das Septum, welches an diese Stelle hin gehört, rechtzeitig gebildet hat, oder ausgeblieben ist. Diese Einschnürung zeigt uns auch ohne Septum zuverlässig die Grenze zwischen Stammzelle und Ast an. (a—d) in den Fig. 6, 7, 8 und 10).

Da nun die Einschnürung gleichzeitig mit dem Septum, oder, wo letzteres fehlt, wenigstens gleichsinnig, der horizontalen Richtung zustrebt, so folgt mit einwandfreierer Sicherheit, dass die Astseite der Mutterzellmembran sich immer um so viel verlängern muss, als nöthig ist, um dem äussern Abschnitte des Insertions-Ringes die zur Ausführung der erwähnten Bewegung erforderliche Erhebung zu gestatten. (Vergl. die schraffirten Stellen in den Fig. 6—8).

Eine nur locale Dehnung der Membran, auf welche übrigens weder eine Verdünnung der betreffenden Stelle noch ein anderes äusseres Kennzeichen hinweisen, ist schon an und für sich nicht wahrscheinlich; am unwahrscheinlichsten aber zu einer Zeit, in welcher die Membran durch den partiellen Austritt des Plasmas (in den Ast) ohnehin bis zu einem gewissen Grade vom Innendrucke entlastet ist.

Ich weiss unter diesen Umständen keinen andern Ausweg, als die Annahme, dass mit der Zweigbildung sofort im oberen Theile der Mutterzellmembran ein lebhafteres Flächenwachsthum beginnt.

Einstweilen habe ich diese specielle Beschleunigung des Flächenwachsthums nur als eine nothwendige Begleiterscheinung der Evektion gekennzeichnet. Mangels anderer plausibler Gründe liegt es aber nahe, in ihr auch die nächste Ursache der Insertionsänderung zu suchen und man könnte dann das Verhältniss bildlich folgendermaassen bezeichnen: „Die *Cladophora*-Zelle hat das Bestreben, die durch den Astursprung entstandene Continuitätsstörung ihres Membrancylinders durch ein vom untern Umfange der Insertionsstelle ausgehendes local beschleunigtes Flächenwachsthum zu repariren. Zur Erreichung dieses Zwecks fallen ihr dann noch andere, je nach Umständen verschiedene Aufgaben zu". Um diese Annahme auf ihre Richtigkeit zu prüfen, sollen nunmehr die Folgen erwogen werden, welche von einer solchen Voraussetzung zu erwarten sind.

Eine Störung in der gleichmässigen Intensität des allgemeinen Flächenwachsthums der Stamm-Membran zu Gunsten einer unterhalb des Zweigansatzes gelegenen Stelle muss zunächst dahin trachten, den Ansatz unter Beibehaltung seiner Orientirung am Stamme hinaufzurücken. Da aber die Zweigbasis mit der Mutterzelle verwachsen ist, so kann sie sich nicht ohne Weiteres und wohl auch nicht in ihrer ursprünglichen Stellung verschieben, sondern es muss durch ergänzende Wachsthumsvorgänge die Form der Zelle verändert werden. Eine solche, dem unterhalb der Insertion stattfindenden Zuwachse Raum verschaffende Form-Aenderung ist nun in zweierlei Weise denkbar.

Nehmen wir an, dass gleichzeitig mit dem erwähnten Zuwachse der obere Theil der Mutterzelle sich genügend erweitert, so kann die Astbasis nach aussen ausweichen, indem ihr unteres Ende einen Kreisbogen beschreibt, dessen Centrum im oberen angehefteten Ende ihres Längsdurchmessers liegt. (Fig. 7 b—d). Hier kommen nach vollendeter Evektion obere Mutterzellwand und Insertionsseptum sofort in eine Ebene zu liegen, und der Ast wird, falls nicht durch äussere Einflüsse eine Ablenkung (vgl. letzte Anmerkung) stattfindet, aufgerichtet, während die Richtung der Stammfortsetzung unverändert bleibt. Solche Fälle[1]) kommen thatsächlich zur Beobachtung, wenn auch selten in ganz reiner Form, sondern meist mit Anklängen an die nächstfolgend zu beschreibende Modifikation.

Erweitert sich der obere Theil der Mutterzelle aber nicht in dem Maasse, welches erforderlich ist, um die vorgeschriebene Bewegung der Zweigbasis zu gestatten, so kann für den primären Zuwachs dadurch Raum geschaffen werden, dass das correlative Wachsthum der Mutterzellmembran sich zugleich nach oben richtet. Es wird dann auch die obere Mutterzellwand auf der dem Aste zugewendeten Seite gehoben, während die Zweigbasis sich in schräger Richtung auf die Mutterzelle hinüberschiebt, so dass schliesslich, wie aus Fig. 8 zu ersehen ist, diese beiden Scheidewände dachartig auf die Mutterzelle zustehen kommen. Sie sind dann zwar nicht in einer Ebene, aber auf einer und derselben ideellen Ebene situirt, welche dem ursprünglichen Stande der oberen Mutterzellwand entspricht. Auch hier wird der Ast, wenn auch in geringem Maasse, aufgerichtet; die Stammfortsetzung aber muss sich nach der der Insertion entgegengesetzten Seite neigen. In Figur 8 ist angedeutet, wie der specielle Membranzuwachs nicht nur die ursprüngliche Insertionsstelle ausfüllen und das obere Zellende (in geringerem Grade, als bei der vorigen Evektionsweise) erweitern, sondern auch ein Membranstück beschaffen muss, welches dem von den beiden Septis mit ihrer ideellen Basis im optischen Durchschnitte gebildeten Dreiecke entspricht. Dadurch wird das obere Ende der Mutterzelle stumpf keilförmig zugeschärft.

Auch die der vorstehend theoretisch entworfenen complicirteren Construction entsprechenden Abzweigungsformen finden sich nicht nur in der Natur, sondern entsprechen sogar der Regel. Es ist demnach meine frühere[2]) Beschreibung des Evektionsorganes dahin zu berichtigen, dass die dort als typisch angenommene Bewegung des Insertionsseptums nur ausnahmsweise in reiner Form vorkommt, indem die von seinem untern Ende beschriebene Curve nicht immer einem Kreissegmente entspricht, sondern häufiger ein Stück parabelähnlicher Bahn (b – d) in Fig. 8) repräsentirt.

Noch ein anderer Punkt jener früheren Darstellung scheint mit der in Figur 8 enthaltenen Construktion nicht im Einklange

[1]) Vergl. z. B. *Cladophora hirta* in Tabul. phykol. IV. Taf. 1 c.

[2]) *Cladophora*-Studien p. 182 (12—13).

zu stehen, nämlich die Angabe, dass das Insertionsseptum „schliesslich horizontal und vollständig oder nahezu in eine Ebene mit der oberen Wand der Mutterzelle zu stehen kommt". Ich glaube aber dennoch berechtigt zu sein, jene Angabe aufrecht zu erhalten, da sich an alten verwachsenen Scheindichotomien fast immer diese horizontale Stellung findet, und man somit annehmen muss, dass der in Figur 8 gezeichnete Zustand das letzte Ziel der normalen Evektion noch nicht darstellt, sondern dass nachträglich durch Flächenwachsthum der Membran die Mutterzelle nach oben zu noch mehr erweitert und der dachförmige Winkel der Septa gestreckt werden kann.

In diesem typischen Hergange der Evektion liegt zugleich der Keim der Evektio dislokans.[1]) Wir brauchen uns nur die Stellungs-Aenderung, welche die nächstfolgende Stamm- und die Ast-Zelle ausführen müssen, um aus Figur 6 die Figur 8 hervorgehen zu lassen, in gleicher Richtung fortschreitend zu denken, um schliesslich die Stammzelle wagrecht und die Astzelle senkrecht (als nunmehrige Stammfortsetzung) gerichtet zu sehen. Hierzu ist natürlich noch ein weiterer und zwar mehr in der Längsrichtung fortschreitender Membranzuwachs erforderlich.

Die in Vorstehendem beschriebenen Evektionsformen sind durch alle Uebergänge verbunden und zwar nicht nur unter sich, sondern auch mit der in gegenwärtiger Arbeit noch nicht erwähnten Transvektion.[2])

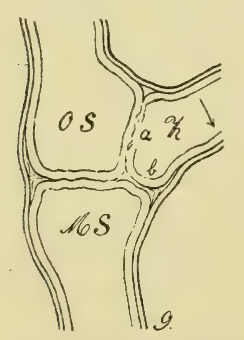


Fig. 9. Mittelform zwischen Dichotomie und Insertio transvekta mit Verdickung der Zellenden und ausgebildeten Gelenken.

MS Zweigmutterzelle, OS nächstfolgende Stammzelle, Z Astzelle. a Mittelpunkt der Zweigbasis, welcher in einem früheren Stadium die Stelle b eingenommen hatte. Der Pfeil bedeutet die Richtung, in welcher der Zweig durch äussere Einflüsse abgelenkt worden ist.

Letztere Erscheinung, welche den Anschein hervorruft, als sei der Ast aus dem Basaltheile einer Stammzelle entsprungen, findet sich zwar nicht allzu selten, ist aber doch als Abnormität anzusehen und kommt nicht, wie die anderen Formen, am gleichen Faden in allen Stadien zur Beobachtung. Nach Allem, was ich gesehen, habe ich den Eindruck gewonnen, dass sie einen secundären Vorgang darstellt. Verschiedene Uebergangsformen deuten darauf hin, dass der Ast während oder nach der Evektion durch äussere Einflüsse stark nach unten abgelenkt wird, so dass sich seine Verbindung mit der oberen Mutterzellwand löst; seine Basis

[1]) Vergl. *Cladophora*-Studien p. 182—183 (13) u. Taf. III Fig. 24.

[2]) *Cladophora*-Studien p. 183 (13—14).

kann sich dann, der hebelähnlichen Bewegung der Zweigfortsetzung folgend, allmählich senkrecht stellen und wird so schliesslich anstatt auf der oberen Wand der Mutterzelle, auf der Seitenwand der nächstfolgenden Stammzelle stehen. Dieser Vorgang betrifft in der Regel solche Insertionen, deren Basaltheile nicht seitlich verwachsen sind, kann aber auch nach vorgängiger Verwachsung stattfinden, so dass man, wie ich, dem nächsten Abschnitte vorgreifend, hier bemerken will, annehmen muss, dass die Verlöthungsstelle wenigstens längere Zeit hindurch eine gewisse Plasticität bewahrte. Ein Fall letzterer Art lag der Figur 9 zu Grunde. Wir müssen hier annehmen, dass der Zweig Z schon frühzeitig aufgerichtet und mit der Stammzelle OS seitlich verwachsen war. Der Punkt a hat damals die jetzt mit b bezeichnete Stelle eingenommen. Durch eine Ablenkung, welche der Ast in der Richtung des Pfeiles während des weiteren Wachsthums erlitten hat, ist er aber allmählich an seine jetzige Stelle gerückt, während der früher die äussere Kante der Basis darstellende Punkt b an seine Stelle getreten ist. Denken wir uns, dieser Process würde in gleicher Weise noch weiter fortschreiten, so würde schliesslich auch der Punkt b mit der Seitenwand der Stammzelle OS in Berührung kommen und aus der ursprünglichen Scheindichotomie wäre jene vom unteren Ende einer Stammzelle ausgehende Abzweigung entstanden, welche ich als „Insertio transvekta“ bezeichnet habe.

Ein Blick in's Mikroskop, oder Mangels entsprechenden[1]) Materials ein solcher in die Tabul. phykolog., wird ergeben, dass sich alle Modifikationen der Insertion von *Chladophora* einschliesslich der dem nächsten Capitel vorbehaltenen Verwachsungen, auf einen der vorstehend geschilderten Vorgänge zurückführen lassen.

Welcher Art die Anregungen sind, welche im gegebenen Falle diese oder jene Modifikation hervorrufen, darüber können wir erst von künftigen Fortschritten der Zellphysiologie Aufklärung erwarten. Vor der Hand giebt nur der Umstand, dass in allen Fällen die erste und intensivste specielle Wachsthumsthätigkeit unterhalb des Zweigursprungs stattzufinden scheint, Anlass zu der Vermuthung, dass der Ast auf den Insertionsrand der Mutterzell-Membran einen deren Flächenwachsthum fördernden Reiz ausübt. Derselbe wird dann an jener Stelle, an welcher die reichste Zufuhr von Baustoff stattfinden kann, also an der dem grösseren Abschnitte der Mutterzelle zugewendeten unteren Partie dieses Randes auch die grösste Wirkung enthalten.

Wenn die letzten Gründe der Evektion bei *Cladophora* sich unserer Einsicht entziehen, so befinden wir uns hier in der gleichen Lage, wie den anderen zu Eingang dieses Abschnittes erwähnten monosiphon verzweigten Algen gegenüber, an welchen ähnliche Erscheinungen bei homogener Beschaffenheit ihrer Membranen und in weniger ausgeprägtem Maasse sich abspielen.

---

[1]) Längere Zeit cultivirte Pflanzen sind hierzu nicht tauglich, da sich an ihnen oft die abenteuerlichsten Deformitäten ausbilden.

Vorstehende Darstellung musste sich, um das ohnehin etwas verwickelte Thema nicht noch mehr zu compliciren, auf solche Fälle beschränken, in welchen die Mutterzelle nur einen einzigen Ast abgiebt. Wo mehrere Aeste nebeneinander entspringen, müssen sich durch die Raumbeschränkung gewisse Besonderheiten ergeben. Dieselben ordnen sich jedoch, soweit meine Beobachtungen reichen, immer einem der beschriebenen Vorgänge unter.

Basale Zweigverwachsung.

Nach vollendeter Evektion sind die Basaltheile von Stammfortsetzung und Ast auf der oberen Wand der Mutterzelle entweder mit einem kleinen Zwischenraum situirt, wie das besonders nach subterminaler Insertion vorkommt, oder sie sind bis zur Berührung genähert, oder sogar ein kleineres oder grösseres Stück weit seitlich miteinander verwachsen. Die Verwachsung betrifft nur die Innenschicht der Membranen, während die gemeinsame Aussenschicht frei über die Verwachsungsstelle hinweg läuft, wie schon Rosenvinge[1]) angegeben hat.

An Verwachsungen älteren Datums ist zugleich auch die Gelenkbildung schon merklich vorgeschritten; weiter an der Stammzelle, als dem ältesten Theile, aber auch erheblich am Aste, weil, wie unter „Gelenkbildung“ bereits erwähnt und begründet wurde, die Gelenke sich an Verwachsungsstellen überhaupt stärker entwickeln.

Das Bestreben, zwei so wesentlich verschiedene Vorgänge, wie Falten- (d. i. Gelenk-) Bildung und Verwachsung auf dieselbe wirkende Ursache zurückzuführen, hat nun bei Verkennung des erstgenannten, sowie des Evektions-Vorganges bereits die Annahme ganz absonderlicher Proceduren zur Erklärung dieser Erscheinungen erforderlich gemacht.

Die bereits citirte Abhandlung von Rosenvinge, welche sich nur mit marinen Arten (*Cladophora rupestris* und *hamosa*) beschäftigt, sucht die wirkende Ursache in einem Zuge, welcher, von der Membran der Spitze ausgehend, sich bis zur Basis des Astes fortsetzen soll. Die wachsenden Astspitzen sollen, wie sich der Grundgedanke dieser Ansicht wohl am fasslichsten ausdrücken lässt, gleichsam einen Versuch machen, der Mutterzelle die Haut über den Kopf zu ziehen; dabei soll dann hauptsächlich die im Abzweigungswinkel entstehende Spannung der Aussenschicht Stamm und Ast zusammenziehen und so zur Verwachsung bringen, während auch die Lamellen der Innenschicht in die Höhe gezogen und so in „Falten“ umgewandelt werden.

Hierbei wird vor Allem vorausgesetzt, dass die Schichten befähigt seien, übereinander zu „gleiten“[2]) und dass sie eigentlich gar nicht in Zusammenhange stehen, da letzterer nur „von dem

[1]) l. c. p. 60.

[2]) Der Verf. hat hierbei nicht etwa „gleitendes Wachsthum“ im Auge, sondern einfach mechanische Zerrung.

Drucke und der Reibung abhängig sei",[1]) sowie ferner, dass bei *Cladophora* das Wachsthum der Spitzen-Membran „wahrscheinlich auf dieselbe Weise verlaufe, wie bei *Bornetia*", bei welcher die Schichten der Spitze successive gesprengt und durch neue ersetzt werden.

Dass die Schichten der *Cladophora*-Membran nicht so lose aneinander liegen, kann man sich durch Zerschneiden und Zerzupfen einer Zelle jederzeit leicht überzeugen.

Von Sprengung der Spitzenmembran habe ich aber, wie schon oben angegeben, beim Studium lebender vegetativer Zellen von hydrophilen *Cladophora*-Formen nie das geringste Anzeichen gefunden und auch an Exsiccaten verschiedener mariner Arten nichts dergleichen gesehen. Dieser irrige Gedanke ist wohl nur durch vorschnelle Annahme einer Analogie mit *Bornetia* entstanden und vielleicht durch Beobachtung alter in Zerfall begriffener Zellen, einer zufälligen Verletzung der Spitze oder einer pathologischen partiellen Ablösung der Decklamelle genährt worden.

Im Uebrigen giebt Rosenvinge eine in der Hauptsache richtige Darstellung der betreffenden Verhältnisse und scheint nur in Bezug auf Deutung derselben durch den fascinirenden Einfluss der Schmitz'schen Dehnungstheorie vom richtigen Wege abgelenkt worden zu sein.

Eine zweite, ebenfalls schon citirte Arbeit (von Nordhausen[2]) basirt nicht nur auf marinen Arten, sondern auch auf einer als *Cladophora crispata*[3]) var. *virescens* bezeichneten hydrophilen Form. Sie lehnt den Erklärungsversuch Rosenvinge's ab, acceptirt aber desto bereitwilliger jene Ausführungen dieses Autors, welche von den bekannten Durchwachsungen der *Cladophoraceen* handeln. Dieser Vorgang wird von kurzer Hand aus dem pathologischen in's physiologische transskribirt, „basales Wachsthum" benannt und zur Erklärung der basalen Zweigverwachsung verwendet. Nach dieser Erklärung sollen die Basalzellen der Zweige, in den mütterlichen Zell-Leib, welchem sie früher entsprossen sind, später wieder ein Stück weit zurückwachsen. Nebstdem soll sich aber auch die nächstfolgende Stammzelle (ebenfalls durch basales Wachsthum) in Gesellschaft des Astes nach rückwärts in die darunter liegende

---

[1]) l. c. p. 62. Wie sich Verf. diese „soi-disant cohésion" denkt, ist übrigens aus dem mir allein verständlichen Resumé nicht zu entnehmen.

[2]) Ueber basale Zweigverwachsung etc. (Jahrb. f. wissensch. Bot. Bd. XXXV. Heft 2.)

[3]) Dass dieser Name, welchen der Verf. von einem Vertrauensmann erfahren hat, keine bestimmte Art kennzeichnet, habe ich *Cladophora*-Studien p. 303 (44) bereits angegeben. Es hätte wenigstens Sammlung und Nummer des Exsiccats, mit welchem die Alge verglichen worden ist, angegeben werden müssen. Nach allgemeiner Annahme ist *Cladophora crispata* übrigens freischwimmend, während die für die Abhandlung benützten erwachsenen Pflanzen nach der Angabe auf p. 389 einen primären Haftapparat besassen, so dass die gewählte Bezeichnung uns in keinem Falle über die systematische Stellung dieser Alge aufklärt. Nebstdem werden ihr (p. 404) Fiedern zugeschrieben. Fiederung ist aber an einer hydrophilen *Cladophora* noch niemals gefunden worden.

Zweig Mutterzelle einkeilen, und das alles — nach des Autors eigener Constatirung[1]) — bei gleichem Turgor der betheiligten Zellen!

Welche Kräfte die Zellen veranlassen und befähigen, statt nach oben, wo ihnen nichts im Wege steht, plötzlich nach unten zu wachsen, und wo der überflüssige Inhalt der vom gleichzeitigen Besuche zweier anderer Zellen überraschten Mutterzelle hinkommt, wird uns nicht mitgetheilt, sondern der Verf.[2]) bemerkt nur sehr richtig, wenn auch etwas euphemistisch: „Das basale Auswachsen der *Cladophora*-Zellen ist allerdings ein eigenartiger Vorgang, zu dem etwas direct Vergleichbares für Algen wenigstens fehlt“.

Leser, welche sich für die Einzelheiten dieses eigenartigen Vorganges interessiren, muss ich auf das Original verweisen und beschränke mich auf Feststellung einiger Thatsachen.

Wenn eine *Cladophora*-Zelle in eine andere — welche natürlich entweder inhaltsleer sein oder deren Turgor doch durch Erkrankung oder Alter wesentlich herabgesetzt sein muss — hinein wächst, so entsteht, wie ich oft gesehen habe, ein ganz anderes Bild, als bei der Gelenkbildung. Die eingestülpte Innenschicht der Membran bildet dann keine nach unten offene Falte, sondern an der Umschlagstelle entsteht eine Oese (im optischen Durchschnitte), während unter derselben die beiden Blätter sich flach aneinander legen und miteinander verkleben. Schliesslich verschwindet auch die Oese und man sieht nur noch eine scheinbar einfache Schicht.

Zweitens habe ich zu constatiren, dass zwischen den verwachsenen Partieen des Stammes und Astes keine Falten vorhanden sind. Nordhausen[3]) will da solche gesehen haben, sowohl an marinen, als auch an einer hydrophilen Art. Diese Falten sollen aber so schwierig zu erkennen sein „dass sie selbst von einem geübten Auge zuerst wohl übersehen werden können“. Ich habe mich nun vermittelst starker Objective, bei bestem Lichte und unter Anwendung der verschiedensten Reagentien überzeugt, dass den Gelenklamellen ähnliche Gebilde innerhalb der Verwachsungsstelle bei den lebend untersuchten einheimischen sowohl, als auch bei den nach vorheriger Eintrocknung geprüften marinen Formen durchaus fehlten. Das Gleiche hatte schon früher erste Beobachter[4]) dieser Gebilde an seinen marinen Objecten gefunden.

Es ist mir lieb, bezüglich meiner Constatirung in Rosenvinge einen Vorgänger zu haben, aus dessen thatsächlichen Angaben und der Abbildungen durchaus nicht zu schliessen ist, dass sein Auge weniger geübt sei, als das eines Anderen.

Aus diesem und aus allgemeinen Gründen kann ich mich der Ueberzeugung nicht verschliessen, dass die erwähnte zweifelhafte

[1]) l. c. p. 380.

[2]) l. c. p. 379.

[3]) l. c. p. 370—371.

[4]) Rosenvinge l. c. und Fig. 10.

Angabe auf irgend einer — wohl durch ungeeignete Behandlung des Materials (mit Chloralhydrat) hervorgerufenen — Täuschung beruht, in Folge deren gewisse Unebenheiten, welche an der Verbindungsstelle häufig vorkommen, für Falten gehalten wurden.

Es wird nun unsere nächste Aufgabe sein, zu untersuchen, unter welchen Bedingungen Verwachsung eintreten kann. Vor Allem ist klar, dass diese Eventualität eine grösstmögliche, bis zur Anpressung gesteigerte, Annäherung der betreffenden Theile voraussetzt und dass diese Annäherung durch eine relative Raum-Beengung auf der oberen Wand der Mutterzelle herbeigeführt werden kann. Hat sich letztere während des Evektionsvorganges genügend erweitert, und für die nächstfolgende Stammzelle und den an Dicke zunehmenden Ast in einer Ebene Raum zu gewähren, so wird überhaupt keine seitliche Verwachsung dieser Organe eintreten. Dieser Fall kann bei normalem Ursprunge (vergl. Fig. 6 u. 7) vorkommen, ergiebt sich aber regelmässig aus subterminalen Insertionen. Das kleine Stück Seitenwand, welches hier zwischen dem oberen Ende der Mutterzelle und der Insertion liegt, kommt nach vollendeter Insertion der oberen Fläche der Mutterzelle zu Gute. Wie sich solche Zellen dann gestalten können, zeigen unter anderen die von Kützing[1]) abgebildeten Stammzellen von *Aegagropila Martensii.*

Wo aber eine genügende Verbreiterung der oberen Mutterzellwand nicht eintritt, muss durch die Evektion die zur Verwachsung erforderliche Annäherung offenbar bewirkt werden. Eine gewisse Schwierigkeit bereiten nur die Umstände dass, wie oben erwähnt, die Aussenschicht der Membran sich nicht an der Verwachsung betheiligt, sowie, dass letztere oft längere Zeit hindurch fortschreitet.

Zur Aufklärung dieser Punkte müssen wir zunächst die in der Insertions-Achsel obwaltenden Verhältnisse näher in's Auge fassen. Hier kommt vor Allem die Turgorspannung der Zellmembran in Frage. Wenn ich auch oben bezweifeln musste, dass dieser Factor mächtig genug ist, um dicke Membranen in dünne ausziehen oder die Schichten in ihrer ganzen Fläche über einander verschieben zu können, so muss er doch eine entschiedene Wirkung ausüben. Diese Spannung bedingt, dass an jedem einzelnen Punkte der Membran, sowohl der Länge als der Querrichtung nach Zug und Gegenzug sich die Waage halten, sowie, dass die Aussenschicht fest an die Innenschicht angepasst wird. Nur in den einspringenden Insertionswinkeln ist dieses Gleichgewicht der longitudinalen Spannungen in der Aussenschicht an Stamm wie Astzelle gestört, indem diese Schicht sich hier nicht in derselben Richtung fortsetzt, sondern vom Stamm zum Aste sich nach rückwärts umschlägt. An einem gegebenen Punkte dieser Umschlagstelle fehlt also nicht nur der an anderen Stellen vorhandene Gegenzug nach unten, sondern es ist auch der nach oben wirkende Zug doppelt so stark, wie an jeder ausserhalb

[1]) Tabul. phykol. IV. Taf. 59.

der Achsel gelegenen Stelle, weil sich hier die nach oben ziehende Elasticität der Stamm-Membran mit jener der Zweig-Membran summirt.

Trotzdem ist Rosenvinge's[1]) Annahme, dass durch Turgorspannung allein die Aussenschicht abgeschält würde, nicht zulässig, weil die Querspannung nach Correns[2]) viermal stärker ist, als die Längsspannung und somit im Stande sein muss, das angedeutete Uebergewicht zu paralysiren. Immerhin stellt der einspringende Winkel der Insertion eine Stelle dar, an welcher schon durch die erwähnten Spannungsverhältnisse die Aussenschicht weniger fast mit der Innenschicht verbunden ist, wie an anderen Abschnitten des Fadens.

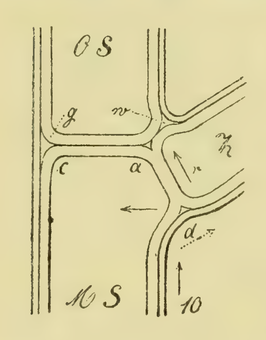


Fig. 10. Schematische Darstellung frühzeitig beginnender Verwachsung bei normaler Evektion.

MS Zweigmutterzelle, OS nächstfolgende Stammzelle, Z Astzelle, a—d Insertionsseptum, c—a obere Mutterzellwand, g Gelenkraum, w Winkelraum, mit beiderseitiger Ausbuchtung der Zellmembran und darunter beginnender Verwachsung. Der senkrechte Pfeil deutet annäherungsweise die primäre Zuwachs-Richtung an, der punktirte Pfeil die Richtung, in welcher der Punkt d durch die Versteifung a—d abgelenkt wird, der horizontale Pfeil die Querspannung, welche dieses Ausweichen verhindert und der Pfeil r die Resultante aus diesen Wirkungen, sowie aus dem Dickenwachsthum der Zweigbasis.

An stärkeren Formen sieht man ferner schon bei mässiger Vergrösserung unter der Umschlagstelle der Aussenschicht einen dreieckigen Raum (w) in Fig. 10) welcher aus der früher ober der Insertionsstelle gelegenen und durch die Evektion weiter hinaufgeschobenen Gelenkanlage hervorgegangen ist. Dieser Raum, welchen ich Winkelraum nennen will, ist sogar in manchen Figuren von Kützing[3]) deutlich wiedergegeben. Unter stärkerer Vergrösserung erscheint er bald homogen, bald undeutlich geschichtet. Die Schichten verlaufen dann aber in anderer Weise, als in den Gelenken; im allgemeinen sind sie parallel mit den Zellconturen, oft unregelmässig, bisweilen sogar nur einseitig gelagert.

Aus der Darstellung, welche ich[4]) vom regelmässigen Hergange der Evektion gegeben habe, geht hervor, dass dadurch der Ast nicht parallell neben die nächstfolgende Stammzelle gestellt wird, sondern dass seine Basis in schräger Richtung von unten und aussen nach oben und innen aufsteigt (Richtung des Pfeiles r in Fig. 10. Durch die Evektionsbewegung allein könnten nun diese beiden Zellen nicht aneinander angepresst werden, da wir ja einen

[1]) l. c. p. 62.
[2]) l. c. p. 284.
[3]) Z. B. *Cladophora ceratina*, Tab. phyk. IV. Taf. 21 und andere.
[4]) *Cladophora*-Studien p. 182 (12—13) mit Ergänzung im vorigen Capitel.

nach oben gerichteten correlativen Zuwachs der Mutterzelle angenommen haben, in Folge dessen ihren Basaltheilen durch Winkelstellung Raum geschaffen wird. Aus dem Umstande, dass der Ast in frühester Jugend einen geringeren Durchmesser besitzt, als die Mutterzelle und später der letzteren an Dicke nahe kommt oder sie erreicht, ist aber ersichtlicht, dass das Dickenwachsthum des Astes schneller verläuft, als jenes des Stammes. Da somit in dieser Beziehung die obere Mutterzellwand der Zweigbasis gegenüber zurückbleibt, wird letztere durch die Querspannung der mit ihr verbundenen Mutterzellmembran (horizontaler Pfeil in Fig. 10) verhindert, sich nach aussen zu verbreitern und ihr Zuwachs muss sich nach innen und zwar nach derselben Richtung, nach welcher die Basis aufsteigt, geltend machen. (Pfeil r). In Folge dessen muss sich die innere Kante der letzteren unter die durch die oben erwähnten Spannungsverhältnisse und den Winkelraum (w) ohehin gelockerte Umschlagstelle der Aussenschicht eindrängen und dieselbe in die Höhe schieben, wie aus der bezeichneten Figur ebenfalls zu ersehen ist. Die einander zugekehrten Kanten der ersten Zweigzelle und der oberen Stammzelle verwachsen dann in Folge fortgesetzter Anpressung unter beiderseitiger Abschrägung mit ihren Innenschichten, während die allgemeine Aussenschicht nach wie vor frei über die Verbindungsstelle hinwegläuft. Wem natürliches Material nicht zu Gebote steht, der kann sich an vielen Abbildungen der Tabul. phykol. von dieser gegenseitigen Annäherung und darauffolgenden Abschrägung der Zellkanten überzeugen.

Nicht nur der Beginn der Verwachsung, sondern auch ihr weiteres Fortschreiten lassen sich durch allgemein als möglich anerkannte Vorgänge erklären. Wir müssen zu diesem Zwecke aber nicht nur, wie oben geschehen, die an der Umschlagstelle der Aussenschicht bestehenden Verhältnisse untersuchen, sondern auch jene, welche den Winkelraum betreffen. Im Allgemeinen stehen dem hydrostatischen Innendrucke der Zelle zwei Membranschichten, die Innen- und Aussenschicht, gegenüber. An den Stellen, welche den Seitenwänden des Winkelraums (w in Fig. 10) entsprechen, sind aber Stamm und Ast-Zelle nur von der Innenschicht bekleidet. Diese Stellen besitzen somit eine wesentlich geringere Resistenzfähigkeit, als die übrige Membran und es ist zu erwarten, dass sie, wenigstens bei zeitweilig verstärktem Turgordrucke, sich nach aussen vorwölben. Eine solche Ausbauchung muss dann zweierlei Folgen haben. Erstens kommen die Seitenwände des Winkelraums, von unten her eine kleine Strecke weit in Berührung und können hier zur Verwachsung kommen und zweitens muss durch die Vorwölbungen ein Druck auf die obere Wand des Winkelraumes, d. i. die Umschlagstelle der Aussenschicht, ausgeübt werden, welcher dieselbe zur weiteren Ablösung veranlassen kann. Neue Ablösung wird aber neue Ausbauchung hervorrufen und wenn man sich die Einzelvorgänge auch nur in den minimalsten Dimensionen vorstellt, können sich dieselben schliesslich doch zu erheblichen Wirkungen summiren.

Zum Fortschreiten der Verwachsung ist übrigens erforderlich, dass der Ast aus der durch die Evektion erzielten mehr oder weniger aufgerichteten Stellung nicht durch äussere Einflüsse abgelenkt wird, sondern dass derartige Einflüsse, wie z. B. Raumbeschränkung und Strömung vielmehr im Sinne der Evektion thätig sind. Im ersteren Falle würde der Verwachsungsprocess sofort unterbrochen werden, und solche Fälle scheinen es zu sein, in welchen durch mechanische Spreizung des Insertionswinkels die den Winkelraum umgebenden Membrantheile gelockert werden und ein lamellöses Gefüge erkennen lassen.

Bei flüchtiger Durchsicht meiner Arbeit könnte vielleicht die Frage aufgeworfen werden, warum die durch Ablösung der Aussenschicht veranlasste Schwächung der Membran nicht auch an den Gelenken eine Ausbauchung der Innenschicht erzeuge. Einem solchen Einwurfe wäre nicht schwer zu begegnen. Die Anlagen der Gelenke entstehen im Bereiche der Querwände, so dass hier vorerst von Ausbauchung nicht die Rede sein kann. Während Evektion und Verwachsung an jüngeren, noch lebhaft vegetirenden und mit fügsamen Membranen versehenen Pflanzentheilen ablaufen können, habe ich im betreffenden Abschnitte gezeigt, dass die vollständige Ausbildung der Gelenke nur an Fäden stattfindet, welche starre Membranen besitzen und zumeist älter sind, so dass man dann auch wohl eine Schwächung ihres Turgors voraussetzen kann. Ausnahmsweise kommt es jedoch vor, dass auch an Gelenken die Innenschicht sich etwas erweitert, und die zu Eingang des erwähnten Abschnittes beschriebenen Verdickungen der Zellenden, an welche unsere Figur 9 erinnert, lagen im Bereiche der sehr erweiterten Gelenke.

Bei Vergleichung der verschiedenen Formänderungen, welche die an der basalen Zweigverwachsung betheiligten Zellen eingehen, entsteht noch die weitere Frage nach den Ursachen dieser Verschiedenheit. Ich muss hier wiederholt darauf aufmerksam machen, dass die noch wachsthumsfähigen *Cladophora* Zellen keine starren mathematischen Figuren sind, als welche sie schon aufgefasst wurden, sondern dass es sich um lebende, bildsame Körper handelt, deren Form nicht nur durch innere Kräfte bestimmt wird, sondern sich auch äusseren Verhältnissen anpasst.

An Fig. 10 sehen wir, dass im Beginn der Verwachsung die innere Kanten der im übrigen ziemlich regelmässig cylindrischen Zellenden stumpfwinklig zur Basis abgeschrägt sind. Bei normalem und nicht durch äussere Ablenkung gestörtem Verlaufe der Evektion wird durch Aufsteigen des Punktes d (Fig. 10) in einer dem punktirten Pfeile annäherungsweise entsprechenden Richtung die Zelle Z sich allmählich aufrichten und der Abschrägungswinkel wird sich dadurch im Laufe der weiteren Verwachsung immer mehr einen rechten Winkel nähern, so dass nach vollendeter Evektion die ursprüngliche Abschrägung kaum mehr bemerklich ist. Wird aber die Evektion verlangsamt, oder die Aufrichtung des

Astes durch äussere Ablenkung gestört oder nachträglich redressirt,[1]) so können wesentlich andere Bilder entstehen, deren eines in Fig. 9 bereits wiedergegeben ist. Alle Combinationen, welche so entstehen können, lassen sich hier nicht wohl erörtern; die meisten derselben sind aber an den *Cladophora*-Abbildungen der Tabul. phykol. zu finden und ihre Entstehungsweise ist unter Berücksichtigung vorstehender Ausführungen unschwer verständlich.

Nebst den auf der Wechselwirkung zwischen Evektion und äusserer Ablenkung beruhenden Formänderungen der verwachsenen Zellenden kommen aber noch weitere Modificationen derselben zur Beobachtung, welche nicht auf diese Gründe zurückgeführt werden können. Einerseits findet man die Basaltheile der Protoplasmakörper bisweilen atrophisch verdünnt, anderseits kommt auch erhebliche Verdickung dieser Zellenden vor. Letzterer Fall findet sich als Ausnahme bei Süsswasserformen, wie z. B. bei *Cladophora glomerata* var. *stagnalis* nob., welche unserer Fig. 9 zu Grunde lag, scheint aber auch an älteren Abschnitten mariner Formen vorzukommen, wie ich aus Kützing's[2]) Abbildung von *Cladophora longiarticulata* schliesse. Ob es sich da um eine regelmässige Erscheinung handelt, ist aus dem Werke nicht zu entnehmen.

Bemerkenswerth, wenn auch vor der Hand nicht zu erklären, ist der Umstand, dass, wie eine Vergleichung der von mir selbst eingesammelten Exemplare sowie der Litteraturangaben lehrte, auch die Verwachsung wenigstens in gewissem Grade von äusseren Einflüssen abhängig zu sein scheint. Natürlich darf man nur solche Formen vergleichen, welche sich bezüglich der Regelmässigkeit oder Unregelmässigkeit der Zweigursprünge, sowie der Form und des Tempos der Evektion nicht wesentlich von einander unterscheiden. *Cl. rectangularis* z. B., welche nach Kützing's[3]) Abbildung eine aussergewöhnlich verlangsamte Evektion besitzt, wird wohl unter gar keinen Umständen eine Zweigverwachsung aufweisen, da die Zweige hier nicht einmal die obere Fläche der Mutterzelle zu erreichen scheinen. Unter vergleichbaren Formen findet man aber die ausgedehntesten und schon bei den relativ jüngsten Zweigen beginnenden Verwachsungen an Pflanzen, welche dem starken Wellenschlage des Meeres ausgesetzt sind. Sodann kommen in absteigender Reihenfolge die in grösseren Süsswasserbecken lebenden *glomerata*- und selbst *fracta*-Formen, dann die in strömendem Wasser vegetirenden Varietäten von *Cl. glomerata*. Am spärlichsten und spätesten treten Verwachsungen an jenen *Cladophoren* auf, welche in ruhigem Wasser leben.

Den Süsswasserformen der Section *Aegagropila* fehlen Zweigverwachsungen vollständig; wenigstens habe ich bei folgenden ein-

---

[1]) An sehr alten und starren Verwachsungen wird die Insertion als solche nicht mehr durch äussere Kräfte beeinflusst werden können und es entstehen dann eventuell die oben erwähnten Abknickungen der Zelle.

[2]) Tab. phykol. III. Taf. 94, b.

[3]) Tabul. phykol. III. Taf. 100.

gehend untersuchten Arten niemals solche gefunden: *Cl. cornuta, holsatica, Linnaei, Martensii, muscoides* var. *armeniaca, profunda, Santeri* und einigen anderen noch nicht beschriebenen. Auch in den Abbildungen, welche Kützing, Lorenz[1]) und Kjellmann[2]) geben, ist keine verwachsene Abzweigung zu finden. Der Grund für diese Erscheinung dürfte darin zu suchen sein, dass diese Algen nicht nur zu subterminaler Insertion neigen, auf deren Einfluss ich oben bereits hingewiesen habe, sondern dass sie auch ausserdem in der Evektion so langsam vorwärts schreiten, dass der Umfang der Zweigmutterzelle und somit ihre obere Wand bei Ankunft des Astes schon hinreichend vergrössert ist, um ihm neben der Stammzelle genügenden Raum zu gewähren; nebstdem leben sie alle in ruhigem Wasser.

Bei den marinen Aegagropilen sind diese Eigenthümlichkeiten nicht in gleicher Weise vorhanden. Da diese Pflanzen zugleich starkem Wellenschlage ausgesetzt sind, war mir auffallend, dass Kützing nur an einer einzigen[3]) von ihnen eine nennenswerthe Verwachsung zeichnet. Untersuchung eines Originalexemplars von *Aeg. Echinus Biasoletto* hat aber ergeben, dass sich an den Basaltheilen auch dieser Pflanze sehr viele und sehr ausgebreitete Verwachsungen vorfinden und dass somit die Tab. phyk. hier (wie auch sonst) nur einige beliebige Bruchstücke abbilden, aber kein vollständiges Bild dieser Algenform geben. Es sind also die halophilen Aegagropilen in dieser Hinsicht noch weiter zu untersuchen.

Chlorophore und Kerne.

Den über innere Structur handelnden Abschnitt der *Cladophora*-Studien habe ich in Folgendem zu ergänzen.

Die dort nach Schmitz citirten Angaben über die Chlorophore werden von Strasburger[4]) bestätigt und theilweise erweitert. Chlorophyll-„Bänder“ hat auch dieser Forscher nicht gesehen, denn es ist nur von einer „mehr oder weniger netzig unterbrochenen Wandschicht“ sowie von „unregelmässig conturirten Platten die Rede.

Ueber die Chlorophyllträger einer *Aegagropila* (*canescens*) giebt Kjellmann[5]) Auskunft. Dieselben bestehen „aus einer hohlcylindrischen, netzförmig durchbrochenen, wandständigen Scheibe und einem dieser entspringenden, in das Zellinnere hineinragenden, aus sehr dünnen, fast ungefärbten, zellig verbundenen Lamellen gebildeten Netzwerke. Die Maschen des äusseren Theils sind von verschiedener Grösse, doch meist klein, die sie begrenzenden Bänder zum Theil breit, zum Theil ungemein fein“.

---

[1]) Lorenz, J. R., Die Stratonomie von *Aegagropila Santeri*. (Denkschr. d. math. naturw. Classe d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1855. p. 153 u. f.

[2]) l. c.

[3]) *Aegagropila corynarthra* Tab. phykol. IV. Taf. 72.

[4]) Zellbildung und Zelltheilung. 1880. p. 71 und 204 etc.

[5]) l. c. p. 13.

Aehnlich lagen nun die Verhältnisse in den vegetativen Zellen aller von mir in normalem und frischem Zustande untersuchten hydrophilen *Cladophora*-Formen, abgesehen von dem nur in gewissen Fällen nachzuweisenden inneren Netzwerke. Dabei war aber die Gestaltder Chlorophore je nach Alter und äusseren Verhältnissen oft einem erheblichen Wechsel unterworfen.

Eine fast ununterbrochene Wandschicht, wie solche Strasburger[1]) in der marinen *Cl. lepidula* gefunden, habe ich an hydrophilen Cladophoren noch nicht beobachtet; dagegen kommen hier von einer gelochten Platte, welche auf die Bezeichnung „Netz" eigentlich noch keinen Anspruch machen kann bis zu einem aus wenigen dünnfädigen und meist langgezogenen Maschen gebildeten Netze alle Uebergänge vor. In einer sehr häufigen Mittelform, bei welcher die meist mit Pyrenoiden versehenen Knoten des Netzes sehr entwickelt und durch kurze, meist dünne Ausläufer verbunden sind, erscheint der Zellinhalt wie marmorirt. Ein ähnliches Verhältniss zeichnet Gay[2]) in halbschematischer, aber charakteristischer Weise bei *Clad. fracta forma dimorpha* Gay. Weitmaschige, ebenfalls schematisirte Netze sind in Kützing's[3]) Abbildungen von *Clad. nitidissima*, *sericea*, *crystallina* und *crispata* enthalten und ich neige mich zu der Annahme, dass auf einige langgezogene Maschen reducirte Netzformen, wie solche besonders in der zweiten der vorbezeichneten Abbildungen eingezeichnet sind, den der älteren Litteratur entstammenden und von den Floren bis in die Neuzeit fortgeführten Angaben über „Spiralbänder" zu Grunde gelegen haben. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass, wie ich früher[4]) vermuthete, in einzelnen Fällen die Täuschung auch durch Exsiccate hervorgerufen oder doch genährt worden ist.

Die von den Autoren angegebenen Scheibchen habe ich an entfärbten Präparaten normaler Assimilationszellen niemals ganz frei, sondern immer wenigstens durch dünne Ausläufer verbunden gesehen; vollständig isolirte Scheibchen fanden sich — ebenso wie höchstgradig atrophische Netze — nur unter aussergewöhnlichen und zwar für beide Fälle verschiedenen Verhältnissen. Zumeist waren die betreffenden Zellen zugleich verlängert.

Dass dem Lichte abgewendete und in rhidzoidartiger Umbildung begriffene Sprosse ihre Zellen verlängern können, habe ich, als allgemein bekannt, in den *Cladophora*-Studien nicht besonders hervorgehoben. Solche Zellen sind es aber, in welchen

---

[1]) l. c. p. 72.

[2]) Gay, Fr., Recherches sur le développement etc. de quelques algues verts. Paris 1891. Pl. II. Fig. 12.

[3]) Tabul. phykol. VI. Taf. 13, 18, 19 u. 40.

[4]) *Cladophora*-Studien p. 214 (22). Ich habe mir gestattet, die Aufmerksamkeit der Algenforscher noch einmal auf dieses Verhältniss zu lenken, damit, falls überraschender Weise wirklich spiralig-bandförmige Chlorophore bei *Cladophora* vorkommen sollten, dieselben endlich einmal klar beschrieben und abgebildet werden oder — die Angabe definitiv aus der Litteratur verschwindet.

vorwiegend die Platte oder das Netz in freie Stücke (Plättchen oder selbst Körner) zerfällt. Diese Theilstücke sind dann entweder in unregelmässig verbogenen Längsreihen, oder auch zerstreut gelagert.

Anderseits habe ich früher[1]) angegeben, dass auch dauernde und kräftige Belichtung eine Zunahme des relativen Längendurchmessers der Zellen zu bewirken scheint. Hier habe ich nun zu constatiren, dass ich fast ausschliesslich an derart verlängerten Zellen weitmaschig langgezogene Netze gefunden habe. Aus der extremen Verschiedenheit, in welche der Zellinhalt bei den in Kützing's Tabul. phykol. abgebildeten *Cladophora*-Formen sich repräsentirt, könnte vielleicht auf eine je nach der Species und Varietät verschiedene Beschaffenheit der Chlorophoren geschlossen werden. Dieser Autor hat jedoch offenbar nebst frischen, aber in sehr verschiedenen Zuständen befindlichen Pflanzen auch solche mit mehr oder weniger destruirtem Zellinhalte und sogar Exsiccate, wie z. B. *Cl. mauritiana* und *longissima*,[2]) abgebildet. Nebstdem sind statt der Chlorophoren oft nur die Pyrenoide gezeichnet.

Unter diesen Verhältnissen sind aus diesen Tafeln feste Anhaltspunkte zur Entscheidung der Frage, ob etwa die Form der Chlorophoren je nach den Species variire, nicht zu gewinnen und auch meine nach Abschluss der *Cladophora* Studien noch weiter fortgesetzten Untersuchungen haben nicht mehr ergeben, als dort bereits angeführt ist. Um über diese Frage zu einem abschliessenden Urtheile zu gelangen, muss erst noch eine grössere Anzahl von *Cladophora*-Formen in ihrem ganzen Lebenslaufe und unter verschiedenen Aussenverhältnissen beobachtet werden.

Im Status subsimplex oder hiemalis befindliche und überhaupt alte Zellen sind meist derart mit Stärke überfüllt, dass die Chlorophoren nicht mehr kenntlich sind. Aber auch unter günstigeren Verhältnissen, ist zu richtiger Beurtheilung der Chlorophyll-Anordnung ganz frisches Material erforderlich, welches entweder gleich bei der Einsammlung fixirt, oder doch auf dem Transporte gegen Temperatur-Extreme sowie gegen Insolation sorgfältig geschützt werden muss. Ferner ist meistens Entfärbung des Zellinhaltes erforderlich. Zu diesem Zwecke hat mir 1 procentige Chromsäure die besten Dienste geleistet. Zur nachträglichen Färbung der Chlorophoren, welche übrigens nur zur Herstellung von Dauerpräparaten Nutzen bringt, möchte ich von dem für Algen empfohlenen Methylviolett abrathen und eine sehr schwache Lösung von Anilingrün empfehlen.

---

[1]) *Cladophora*-Studien p. 218 (26). Der mittlerweile versuchte experimentelle Nachweis, dass die Ueberschreitung eines Optimums der Lichtwirkung für sich allein diese Verlängerung erzielen könne, ist mir nicht gelungen, so dass meine Annahme vor der Hand nur auf mehrdeutiger Naturbeobachtung beruht. Bei dieser Gelegenheit möchte ich auch bemerken, dass Kützing's (Phykol. gener. p. 263—264) Angabe „je jünger die Pflanze (*Cl. fracta*), desto länger, aber auch dünner, je älter, desto kürzer und stärker sind ihre Glieder" zwar nicht als ganz unbegründet, aber auch nicht als allgemein gültige Regel aufzufassen ist.

[2]) l. c. Bd. IV. Taf. 12 u. 37.

Für das Studium der Kerne muss ich der (von Strasburger empfohlenen) Fixirung mit Chromsäure ebenfalls den Vorzug vor anderen Methoden einräumen. Zur Färbung habe ich immer Grübler'schen Borax-Carmin verwendet.

Grösse und sonstige Verhältnisse der Kerne stimmten im Allgemeinen bei unseren Formen mit jenen der von Strasburger[1]) untersuchten Arten überein, und nur bezüglich ihre Anzahl habe ich eine bemerkenswerthe Beobachtung zu notiren.

Seitdem Schmitz auf die grössere und oft sehr grosse Anzahl von Kernen, welche in einer einzigen *Cladophora*-Zelle enthalten sein können, aufmerksam gemacht hat, wird in der Litteratur nur dieser Umstand betont.

Schon früher[2]) habe ich aber mitgetheilt, dass in sehr kurzen Zellen dünner Fäden von *Clad. fracta* ihre Zahl oft auf zwei beschränkt ist.

Im October vorigen Jahres habe ich nun im Würmsee eine nahe unter der Oberfläche an Wasserpflanzen angeschlungene und längere Zeit stark insolirte Watte von *Clad. fracta* var. *lacustris* (Kütz.) nob. gefunden, deren jüngere Zellen bis über 10 Querdurchmesser lang waren. Dieselben enthielten gelblich entfärbte, atrophische, langgestreckte und mit Stärkekörnern durchsetzte Chlorophyllnetze und niemals mehr als nur einige wenige Kerne. An verschiedenen ungefähr 20 μ dicken Fadenstücken fand sich in diesen langen Zellen aber nur je ein einziger ziemlich grosser und wohlerhaltener Kern, und zwar immer nahe der Zellmitte situirt.

Dieser Befund könnte die Frage anregen, ob nicht etwa auch bei *Cladophora* die Zelltheilung in einer gewissen, wenn auch entfernteren Beziehung zur Kerntheilung steht, indem sie nur dann eintritt, wenn eine grössere Anzahl von Kernen vorhanden ist.

Schluss.

In Folgendem beabsichtige ich nicht, einen zusammenfassenden Rückblick über die ganze Arbeit zu geben, sondern es sollen nur einige neue oder bisher controverse Punkte bezeichnet werden.

Structur der Membran. An jüngeren Zellen hydrophiler Cladophoren lässt sich nebst der Innen- und Aussenschicht noch eine äusserste, selbstständige Lamelle, die Decklamelle unterscheiden; dieselbe hebt sich bei Zusatz von Essigsäure blasenförmig von der Aussenschicht ab.

Wachsthum der Membran. Die Evektions-Erscheinungen lassen sich nur durch die Voraussetzung eines activen Flächenwachsthums erklären.

Die Membran alter Zellen verdünnt sich an der Ursprungsstelle von Adventivästen nicht durch Dehnung, sondern durch

---

[1]) l. c. p. 71—72 u. 205.

[2]) Culturvers. mit 2 Rhizoclon-Arten. (Botan. Centralbl. LXXIV. 1898. p. 15. d. Sep.)

partielle Auflösung ihrer Lamellen. Ein Analogon dieses Vorganges liegt vor in der dem Austritte der Zoosporen vorangehenden vollständigen Lösung einer Membranstelle, welche ihrer Lage nach den Insertionsstellen entspricht. Beide Vorgänge scheinen durch einen vom Scheitelplasma ausgehenden membranlösenden Einfluss hervorgerufen zu werden.

Gelenkbildung. Der Einfluss des Scheitelplasmas macht sich nicht nur periodisch bei den vorerwähnten Gelegenheiten, sondern, auch permanent dadurch geltend, dass er die Schichten der ursprünglich einfachen Septa von der Peripherie her allmählich zur Spaltung bringt und dadurch die Anlage des Gelenkraumes erzeugt. Im weiteren Fortschritte dieses Lösungsprocesses werden auch an der Kante der unteren Zelle die Lamellen der Innenschicht gelockert und durch Quellung oder theilweise Lösung in den Gelenkraum hinaufgedrängt. Auf diese Weise entstehen die von Rosenvinge als „Falten“ beschriebenen Gelenklamellen. Aeussere mechanische Einflüsse können die Ausbildung der Gelenke fördern. Diese Gelenke sind nur passive Bewegungsorgane, welche die durch Verdickung der Membranschichten gefährdete Elasticität des *Cladophora*-Fadens bis zu einem gewissen Grade erhalten.

Evektion. Dieser Vorgang, welcher den ursprünglich seitlichen Zweigansatz schliesslich zu einer Scheindichotomie umgestalten kann, ist nur durch die Annahme zu erklären, dass nach dem Durchbruche des Astes in der unteren Peripherie der Insertionsstelle eine locale Beschleunigung des Flächenwachsthums eintritt, welche dahin tendirt, die Austrittsstelle des Astes zu schliessen. Um die hierzu erforderliche Verschiebung der Zweigbasis (nach oben) zu ermöglichen, findet noch ein correlativer Zuwachs im oberen Theile der Mutterzelle statt. Je nachdem sich der Zuwachs ausschliesslich in die Breite, oder mehr nach oben richtet, entstehen verschiedene Formen der Evektion. Verlauf und Endresultat derselben werden ferner durch die äusseren Einwirkungen, welche Stammfortsetzung und Ast erleiden können, vielfach modificirt.

Basale Zweigverwachsung. Wenn die obere Mutterzellwand nicht genügenden Raum zur Aufnahme der durch die Evektion auf ihr vereinigten Stamm- und Astzelle in einer Ebene bietet, so nehmen diese Zellen zunächst eine Winkelstellung ein. Durch das relativ schnellere Wachsthum der Zweigbasis wird dieselbe mit ihrer inneren Kante an die Basis der Stammzelle gepresst und verwächst so mit ihr, nachdem sie zuvor die Aussenschicht der Membran in die Höhe gedrängt hat. Das weitere Fortschreiten der Verwachsung wird durch eine Ausbauchung der dem Winkelraum anliegenden und durch das Fehlen der Aussenschicht geschwächten Membranstellen bedingt.

Chlorophore. Die häufigste und Grund-Form ist die netzförmige; jedoch kommen von einer gelochten Platte bis zu einigen

langgezogenen Netzrudimenten einerseits und isolirten Plättchen anderseits, alle Uebergänge vor. Die zwei letztgenannten Extreme sind in normalen vegetativen Zellen nicht zu finden. Das erstere derselben tritt nur in Pflanzen oder Pflanzentheilen auf, deren Ernährung — zumeist durch Insolation — gestört ist; letzteres hauptsächlich in Zellen, welche im Begriffe sind, sich in Rhizoide umzubilden oder welche dem Verfalle entgegen gehen. Die älteren Angaben über „Spiralbänder“ sind in hohem Grade zweifelhaft. Die Gestaltung der Chlorophyllträger kann in derselben Zelle je nach Alter und Aussenverhältnissen einem grossen Wechsel unterworfen sein; ob auch je nach Arten und Varietäten durchgreifende Unterschiede bestehen, ist noch nicht aufgeklärt.

Die Kerne sind oft in grosser Anzahl vorhanden, öfters ist ihre Zahl auf zwei beschränkt und in gewissen Fällen ist nur ein einziger vorhanden.

Ueber *Cyclamen Pseud-ibericum* nov. spec.

Von

Friedrich Hildebrand.

Vor Kurzem erhielt ich von Herrn C. G. van Tubergen jr. aus Haarlem ein *Cyclamen* zugesandt mit dem Bemerken, dass dasselbe in Haarlem in den Culturen vorkomme, dass Herr van Tubergen aber nicht bestimmt sagen könne, woher es stamme; es sei für die Cultur eines der hübschsten *Cyclamen*, welches auch einen starken Wohlgeruch habe; woran sich die Frage schloss: was ich von diesen *Cyclamen* dächte?

Die Sendung bestand in einer vollständigen, blühenden Pflanze und in einigen Blüten von verschiedenen anderen Exemplaren derselben Art, und ich erkannte alsbald, dass hier eine, so viel ich übersehen kann, noch nicht beschriebene *Cyclamen*-Art vorliege, für welche mir der Namen *Cyclamen Pseud-ibericum* geeignet erscheint, da seine Blüten denen von *C. ibericum* sehr ähnlich sind, so dass diese distinkten Arten bei oberflächlicher Betrachtung mit einander vielleich verwechselt worden sind.

Das vorliegende lebende Material der neuen Art dürfte nun ausreichend sein, um schon jetzt, ohne eine neue Blütenperiode im nächsten Frühjahr abzuwarten, eine Beschreibung derselben, wie folgt, zu geben.

Die Knolle des *Cyclamen Pseud-ibericum* ist ziemlich kuglig und hat eine korkige Oberfläche, wodurch sie in grossen Gegensatz zu dem sonst in den Blüten ähnlichen *C. ibericum* tritt, dessen Knolle eine mit Büschelhaaren bedeckte Oberfläche besitzt. Im Zusammenhange hiermit entspringen auch die Wurzeln nicht nur aus dem Centrum der Knollenunterseite, sondern aus verschiedenen Stellen der unteren Hälfte der Knollen.

Die beblätterten Sprosse entspringen von der Mitte der Knollenoberseite, und die Stiele ihrer Blätter kriechen sehr weit im Erdboden entlang, ehe sie an die Oberfläche der Erde kommen.

Ihre Spreiten sind verkehrt herzförmig; sie sind an ihrer Spitze und den beiden Ohren abgerundet, am Rande sehr unregelmässig, aber nicht tief gebuchtet; die vorspringenden Ecken zwischen den Buchten sind abgerundet und nicht zugespitzt, wie dies bei dem stärker gebuchteten Blattrande von *C. repandum*

der Fall ist. Die Oberseite der Spreiten ist dunkelgrün und hat eine unregelmässige Silberzeichnung, während die Unterseite dunkelkarmin ist. Die Spreiten sind hiernach denen von *C. libanoticum* ziemlich ähnlich, die Oberseite und Unterseite ist aber hier bei *C. Pseud-ibericum* dunkler gefärbt.

Die Blüten erscheinen im Frühjahr; ihre Stiele kriechen, wie diejenigen der Blätter, lang im Boden fort. Ihre Kelchblätter sind lanzettlich, am Rande, welcher mit zweispitzigen Keulenhaaren besetzt ist, schwach gebuchtet; auf der Aussenseite sind sie bräunlich grün. In der Mitte werden sie von einem Hauptnerv durchzogen, welcher nach oben 2 seitliche Nerven hat, während je rechts und links vom Mittelnerv je ein unverzweigter Nerv verläuft. Diese Nervatur ist, wie auch bei anderen *Cyclamen*-Arten, von der Innenseite der Kelchblätter aus besser kenntlich, als von der Aussenseite.

Die Blumenkronröhre ist länglich-eiförmig, bis 9 mm lang, der Schlund ist etwas zusammengezogen und trägt an der Basis der Zipfel keine Hörnchen. Die Blumenkronzipfel sind länglich-eiförmig, an der Spitze abgerundet, etwa 18 mm lang bei einer Breite von 10 mm; im Haupttheil sind sie von violetter Farbe, äh lich wie bei *C. ibericum* und *Coum*. Die Zeichnung an der Basis dieser Zipfel ist für die vorliegende Art sehr charakteristisch. Diese Basis ist nämlich eine Strecke, etwa 5 mm weit, rein weiss, und auf diese Strecke folgt ein schwarz violetter Fleck von etwa 7 mm Breite, welcher mit feinen Strahlen in das Violettroth der Zipfel übergeht. Wo dieser schwarz-violette Fleck an die weisse Basis der Zipfel stösst, hat er zu diesem ganz feine Ausstrahlungen, und nur von seiner Mitte geht eine manchmal kaum bemerkbare Linie durch die Mitte der weissen Zipfelbasis hindurch, welche Linie sich an dieser Basis zu einem dunklen Fleck verbreitert, der nach dem Innern der Blumenkronröhre zu sich wieder zuspitzt. Bei einigen Exemplaren sind die Blumenkronen im Ganzen dunkler gefärbt, als bei anderen, was daher kommt, dass einestheils das Violettroth der Zipfel dunkler ist, besonders aber dadurch, dass der Fleck an ihrer Basis fast ganz schwarz ist. In diesem Falle ist auch die Basis der Blumenkronzipfel nicht rein weiss, sondern in der Mitte von einem violetten, nach den Seiten abblassenden Streifen durchzogen.

Auf der Oberseite haben die Blumenkronzipfel ziemlich zahlreiche, sehr unregelmässig vertheilte Drüsenhaare, welche aus einem einzelligen Stiel und einem vierzelligen kugeligen Kopf bestehen. Ausserdem finden sich hier ganz spärlich zerstreute, gebräunte Keulenhaare.

Die fünf Staubgefässe, deren Spitzen nicht den Rand der Blumenkronröhre erreichen, zeigen keine besonders charakteristischen Eigenschaften, ebenso wie das Pistill, dessen Griffel nur ganz schwach aus dem Schlunde der Blumenkrone hervorsteht.

Dass die Fruchtstiele sich aufrollen, wurde nach den Beobachtungen sehr wahrscheinlich; die beginnenden Früchte verdarben bald.

Nach dieser Beschreibung hat das *Cyclamen Pseud-ibericum* in den Blüten am meisten Aehnlichkeit mit *C. ibericum,* weicht aber von diesem nicht nur durch die Grösse der Blüten, sondern auch durch die Färbung, besonders den fast schwarzen Fleck über dem weissen Grunde der Zipfel ab; ausserdem durch die Gestalt der Blattspreite, welche bei *C. ibericum* mehr eine nierenförmige ist, ohne besonders vorspringende Stellen am Rande, und endlich namentlich auch dadurch, dass die Knolle mit einer korkigen Oberfläche und nicht mit Büschelhaaren, wie bei *C. ibericum,* bedeckt ist. Die Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten des *C. Pseud-ibericum* in Bezug auf andere *Cyclamen*-Arten ergeben sich leicht aus dem oben Gesagten.

Die Diagnose der *Cyclamen Pseud-ibericum* würde hiernach kurz folgende sein:

Knolle ziemlich kugelig mit korkiger Oberfläche; Wurzeln zerstreut aus der unteren Hälfte der Knolle entspringend.

Blattspreite verkehrt herzförmig, Spitze und Ohren abgerundet, Rand mit unregelmässigen abgerundeten Vorsprüngen. Oberseite dunkelgrün mit Silberzeichnung, Unterseite dunkelviolett.

Blüten im Frühjahr erscheinend. Kelchblätter lanzettlich, am Rande schwach gebuchtet. Blumenkronröhre länglich eiförmig, am Schlund etwas zusammengezogen. Blumenkronzipfel an ihrer Basis nicht Oehrchen bildend, länglich eiförmig, violettroth, an der Basis rein weiss mit schwarz-violettem Fleck, auf der Oberseite mit kugligen Drüsenhaaren bedeckt.

Griffel wenig aus dem Schlund der Blumenkrone hervortretend.

Vaterland: einstweilen unsicher.

Freiburg i. B., den 11. Mai 1901.

Vergleichend-anatomische Untersuchungen von Blatt und Achse einiger *Genisteen*-Gattungen aus der Subtribus der *Crotalarieen* Bentham-Hooker.

Von
Georg Cohn
aus Wirsitz.

Einleitung.

Die grosse und wichtige Familie der *Papilionaceen* ist in allen ihren Abtheilungen rücksichtlich der anatomischen Verhältnisse der vegetativen wie reproductiven Organe noch lange nicht hinreichend erforscht. Bezüglich der Anatomie von Achse und Blatt liegen für bestimmte Triben gründliche Untersuchungen vor, wie für die *Phaseoleen* durch Debold (1892), für die *Dalbergieen*, *Sophoreen* und *Swartzieen* durch Koepff (1892), für die *Hedysareen* durch Vogelsberger (1893) und die *Galegeen* durch Weyland (1893). Von anderen Triben, welche vornehmlich krautige Vertreter in sich schliessen, wie die *Trifolieen*, *Loteen* und *Vicieen*, ist so gut wie nichts in anatomischer Hinsicht bekannt; und von den übrigen zwei Triben, den *Podalyrieen* und *Genisteen*, finden sich in der Litteratur nur Angaben über die Structur einiger weniger Gattungen; eine systematische Untersuchung der Anatomie von Gattung zu Gattung steht noch aus. Die bisherigen anatomischen Untersuchungen, namentlich soweit sie systematisch durchgeführt wurden, haben eine ganze Reihe von anatomischen Merkmalen zu Tage gefördert, welche zum Theil für die Charakteristik der ganzen *Papilionaceen*-Familie von grösstem Werthe sind. Es lag nun nahe, die noch nicht untersuchten *Papilionaceen*-Gattungen gleichfalls einer genauen anatomischen Prüfung zu unterziehen.

Mir wurde die Aufgabe zutheil, einen Beitrag zu dieser Untersuchung zu liefern und speciell die anatomischen Verhältnisse von Achse und Blatt bei einer Gruppe nächst verwandter Gattungen aus der Tribus der *Genisteen*, und zwar der Subtribus der *Crotalarieen*, zu bearbeiten. Es sind dies die in Bentham-Hooker, Gen. plant. I, p. 440 unter No. 38—46 mitangeführten Gattungen: ***Borbonia***, ***Rafnia***, ***Euchlora***, ***Lotononis***, ***Rothia***, ***Lebeckia*** und ***Viborgia***, während mir *Pleiospora* und *Listia* nicht zu Gebote standen. Die angeführten Gattungen haben, wie gleich bemerkt sein mag, fast

ausschliesslich in Südafrika ihre Heimath; nur von den Gattungen *Lotononis* und *Rothia* finden sich Vertreter auch im Mediterrangebiet, beziehungsweise in Asien und Australien.

Angaben über die Anatomie der von mir untersuchten Gattungen finden sich nur in Reinke's Arbeit „Untersuchungen über die Assimilationsorgane der *Leguminosen*“, welche in Pringsheim's Jahrbücher. Bd. XXX. 1897 erschienen ist. Beschäftigt sich diese Arbeit im Wesentlichen mit den exomorphen Verhältnissen der Blätter, so kommt Reinke doch auch auf das eine oder andere anatomische Verhältniss zu sprechen. Steht ja doch die anatomische Structur des Blattes so häufig in Correlation mit der äusseren morphologischen Beschaffenheit, vor allem. was das Assimilationsgewebe und das mechanische Gewebe betrifft. Reinke erwähnt bereits bei *Borbonia* das Auftreten starker Doppelgurtungen aus Bastgewebe in den Blattnerven (die sogenannten durchgehenden Gefässbündel); er spricht von isolateralem (centrischem) Blattbau bei bestimmten *Borbonia*-, *Rafnia*- und *Lebeckia*-Arten; er berücksichtigt die Structur der assimilirenden Achsen der blattlosen *Lebeckia psiloloba* mit den tief eingesenkten Stomata in der Epidermis und dem subepidermalen homogenen Gürtel kleinzelligen dichten Chlorenchyms mit ziemlich kurzen Zellen.

Meine eigenen Untersuchungen haben vor Allem ergeben, dass gewisse anatomische Merkmale, welche man bereits auf Grund der vorliegenden, allerdings noch nicht auf alle Triben der Familie sich erstreckenden Arbeiten als gemeinsame Merkmale der *Papilionaceen* hingestellt hat, auch den von mir geprüften Gattungen ganz allgemein zukommen. Es sind dies: Das Auftreten einzellreihiger, und zwar dreizelliger, mit kurzer Basalzelle, kurzer Stielzelle und längerer Endzelle versehener Haargebilde, dann das Fehlen von Drusen aus oxalsaurem Kalk, die einfachen Durchbrechungen der Holzgefässe, die einfache Tüpfelung der die Grundmasse des Holzes bildenden Holzfasern. Weiter sind folgende der von mir untersuchten Gattungsgruppe, aber nicht allen *Papilionaceen*, gemeinsamen Structurverhältnisse namhaft zu machen: Der mehr oder weniger ausgeprägte centrische Blattbau bei stetem Fehlen typischen Schwammgewebes mit grossen Intercellularen; der Mangel an inneren Secretionsorganen, auch der bei anderen *Papilionaceen* entwickelten und charakteristischen Gerbstoffidioblasten; das Fehlen von Aussendrüsen, welche nebenbei gesagt, unter den *Genisteen* nach den Untersuchungen anderer nur bei *Melolobium* und *Adenocarpus* beobachtet sind; die Ausscheidung des oxalsauren Kalkes ausschliesslich in Form von kleinen nadelförmigen bis prismatischen Krystallen. Ausserdem sind zahlreiche Structurverhältnisse in Blatt wie Achse für die Charakteristik der Arten oder sogar Gattungen zu ver-

werthen. Die Gattung *Rafnia* besitzt Spaltöffnungen, deren Nachbarzellen nebenzellenartig ausgebildet sind, während sonst drei bis sechs Nachbarzellen in Umgebung der Stomata angetroffen werden. Die Gattung *Borbonia* ist durch den Besitz sogenannter durchgehender Nerven ausgezeichnet. Die Korkentwickelung ist je nach der Gattung eine oberflächliche oder innere; in gleicher Weise wechselt die Structur des Pericykels, insofern als derselbe entweder isolirte Bastfasergruppen oder, wie bei *Borbonia lanceolata*, deren nur 2 mm dicke Achse allerdings noch sehr jung ist, einen gemischten und continuirlichen Festigungsring enthält. Die Gestalt der Epidermiszellen, die Beschaffenheit ihrer Aussenwände, das Auftreten verschleimter Epidermiszellen und von Hypoderm (dieses nur bei *Lebeckia psiloloba*), die Gliederung und Ausbildung des Mesophylls, Entwickelung oder Fehlen von mechanischem Gewebe in den Nerven und die zweiarmige, beziehungsweise nicht zweiarmige Ausbildung der Endzelle an den Trichomen sind die wichtigsten anatomischen Merkmale, welche für die Artcharakteristik von Belang sind.

Im Verlaufe meiner Untersuchungen hatte ich, wie hier noch angeführt werden soll, Gelegenheit, von den Ergebnissen meiner Arbeit eine Anwendung in systematischer Hinsicht zu machen, indem ich nachweisen konnte, dass die von Baker aufgestellte, in Madagascar heimische *Lebeckia retamoides* nicht zu *Lebeckia* oder einer anderen mit *Lebeckia* verwandten Gattung gehört und wohl aus der ganzen Tribus der *Genisteen* auszuscheiden hat. Veranlassung dazu gab die Beobachtung von Drüsenhaaren und Harzzellen bei *L. retamoides*.

Das Material zu meiner Arbeit wurde mir aus dem Königl. Staatsherbare zu München zur Verfügung gestellt, wofür ich dem Conservator der Sammlung, Herrn Prof. Dr. L. Radlkofer, meinen ergebensten Dank ausspreche.

Zum Schlusse der Einleitung lasse ich noch eine Uebersicht über die von mir untersuchte Gattungsgruppe nach dem System von Bentham-Hooker in der Genera plantarum folgen und gebe dabei die untersuchte Artzahl an:

38. *Borbonia*	13	Arten;	davon	6	untersucht.
39. *Rafnia*	22	"	"	15	"
40. *Euchlora*	1	"	"	1	"
41. *Pleiospora*	0	"	"	0	"
42. *Lotononis* über	60	"	"	24	"
43. *Listia*	0	"	"	0	"
44. *Rothia*	2	"	"	1	"
45. *Lebeckia*	24	"	"	10	"
46. *Viborgia*	7	"	"	3	"

Allgemeiner Theil.

1. Blattstruktur.

Bevor ich auf die allgemeine Besprechung der verschiedenen anatomischen Strukturverhältnisse des Blattes bei den von mir untersuchten Gattungen und Arten eingehe, möchte ich einiges über die äussere Beschaffenheit der Vegetationsorgane und insbesondere der Blätter, sowie über die Heimath der Pflanzen, mit welcher die exomorphe und endomorphe Struktur auf's engste zusammenhängt, anführen.

Die mir zur Bearbeitung übergebene Gruppe umfasst sowohl Kräuter, als auch holzige Pflanzen. Die monotypische Gattung *Euchlora*, sowie die mit zwei Arten bekannte Gattung *Rothia* haben nur krautige Vertreter. Auch von der Gattung *Lotononis* sind einige Arten Kräuter, während die anderen Arten dieser Gattung und die Vertreter der übrigen Gattungen zum Theil Halbsträucher, zum Theil Sträucher sind. Unter diesen zeichneten sich besonders bestimmte *Lebeckia-* und *Viborgia*-Arten durch die häufig dornartige Zuspitzung ihrer Zweige aus. Die Arten der Gattung *Rafnia* sind vollkommen kahl, während die übrigen Gattungen ein mehr oder weniger reichliches Haarkleid aufweisen. Was die Blätter anlangt, so finden sich innerhalb der Gruppe und selbst innerhalb der einzelnen Gattungen die mannigfachsten Verschiedenheiten vor. Theilweise, wie zum Beispiel bei den Gattungen *Borbonia* und *Rafnia*, ist die Blattspreite verhältnissmässig gross, während sie bei anderen auf eine kleinere elliptische Fläche beschränkt ist. Bei anderen ist die Spreite nadelförmig ausgebildet, oder sie ist fadenförmig, wie bei verschiedenen *Lebeckia*-Arten. In diesen letzteren Fällen betheiligen sich die Sprossachsen mehr oder weniger an der Assimilation; bei *Lebeckia priloloba* geht die Reduction der Blätter so weit, dass nur die Zweige assimilatorisch thätig sind. Weiter ist über die Blätter zu bemerken, dass dieselben bei dem grössten Theil der Arten eine starre Beschaffenheit zeigen; bei den anderen, wohin vor Allem *Euchlora Rothia* und Arten von *Lotononis* gehören, ist die Spreite dünn und laubartig. Bezüglich der äusseren Beschaffenheit der Blätter bei den einzelnen von mir untersuchten Gattungen ist noch Folgendes anzuführen. Die Arten der Gattung *Borbonia* zeichnen sich durch grössere, mehrnervige und einfache Blätter aus und weiter dadurch, dass die Blätter dem Stamm angedrückt sind und ihre Unterseite dem Lichte darbieten. Die von Reinke aufgeworfene Frage, ob die *Borbonien* Schattenpflanzen sind, ist wohl zu verneinen, da der an späterer Stelle dargelegte anatomische Bau nicht mit der Struktur einer Schattenpflanze, sondern vielmehr einer Sonnenpflanze übereinstimmt. Die Gattung *Rafnia* schliesst sich mit einem Theil ihrer Arten rücksichtlich der Beschaffenheit an die *Borbonia*-Arten an. Bei der kriechenden und krautigen, einnervigen *Euchlora serpeus* sind die dünnen

Blätter ebenfalls einfach. Bei den übrigen Gattungen (*Lotononis*, *Rothia*, *Lebeckia* und *Viborgia*) werden gewöhnlich drei-, seltener fünfzählige, gefingerte Blätter angetroffen, welche bei bestimmten Arten von *Lotononis* und *Lebeckia* auf das endständige Fiederblättchen reducirt sind.

Was die Heimath der von mir untersuchten Gattungen und Arten anlangt, so sind dieselben zum grössten Theile in Südafrika zu Hause, einem Gebiete, das durch Trockenheit und Wärme ausgezeichnet, sehr vielen Vertretern seiner Pflanzenwelt eine bestimmte Signatur aufgedrückt hat, welche sich in der äusseren und inneren Struktur bemerklich macht. Die übrigen — es sind dies nur bestimmte *Lotononis*-Arten und die Gattung *Rothia* — haben in anderen wärmeren Gegenden ihre Heimath, nämlich die *Lotononis*-Arten im Mittelmeergebiet und Orient, die *Rothia*-Art in Ostindien, beziehungsweise Australien.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen komme ich nun auf die Blattstruktur zu sprechen und beginne dabei mit dem Hautgewebe.

Die Epidermis zeigt rücksichtlich der Gestalt der Zellen, der Vertheilung der Spaltöffnungen und der Behaarung im Allgemeinen bei allen untersuchten Arten auf beiden Blattseiten keine erheblichen Unterschiede; die grössten Verschiedenheiten zwischen den beiden Blattflächen sind bei *Euchlora serpens* angetroffen worden, bestehen aber nur in einer etwas reichlicheren Behaarung und in einem reichlicheren Auftreten der Stomata auf der Blattunterseite. Die Epidermiszellen besitzen bei dem grössten Theile der Arten eine mehr oder weniger polygonale Gestalt in der Flächenansicht; bei bestimmten Arten sind sie typisch polygonal. Epidermiszellen mit deutlich undulirten Seitenrändern wurden nur bei einigen Arten von *Lotononis* und *Viborgia* beobachtet. Die Epidermiszellen sind in der Flächenansicht meist annähernd isodiametrisch; abweichend verhalten sich diejenigen bestimmter *Lebeckia*-Arten, indem dieselben in der Längsrichtung des Blattes gestreckt sind. Was die Grösse der Zellen in der Flächenansicht anlangt, so ist dieselbe in den meisten Fällen eine mittlere, seltener sind relativ grosse Epidermiszellen, so bei bestimmten Arten von *Borbonia*, *Lotononis* und *Lebeckia;* relativ kleine bei bestimmten Arten von *Euchlora*, *Lotononis* und *Lebeckia*. Als Beispiel für die relativ grossen Epidermiszellen (mit etwa 0,09 mm Durchmesser) sei *Lotononis involucrata*, für die relativ kleinen (mit etwa 0,02 mm Durchmesser) sei *Lotononis acuminata* angeführt. Was die Aussenwände der Epidermiszellen betrifft, so sind dieselben bei bestimmten Arten von *Borbonia*, *Rafnia*, *Lotononis* und *Viborgia* stark verdickt, während andere Arten weniger stark verdickte Aussenwände zeigen; doch sind, entsprechend den Standortsverhältnissen der Pflanzen, die Aussenwände in der ganzen Gruppe nirgends als dünn zu bezeichnen. Die Cuticula ist verschiedenartig ausgebildet. So ist sie bei den Arten der Gattungen

Borbonia und *Rafnia* relativ dick; bei anderen Gattungen, wie zum Beispiel bei *Lotononis,* treffen wir bei den verschiedenen Arten alle Uebergänge von der dünnen bis zur dicken Cuticula vor. Rücksichtlich des Reliefs der Cuticula ist zunächst die körnige Verdickung zu erwähnen, welche bei der Hälfte der Arten in den Gattungen *Rafnia* und *Borbonia* und auch bei bestimmten Arten von *Lebeckia* vorkommt. Stärkere locale Verdickungen in Gestalt von warzenförmigen Erhebungen zeigt allein *Borbonia parviflora*, und ebenso vereinzelt ist der Fall, dass die Cuticula gestreift ist, nämlich bei *Lotononis trichopoda.* Was die Seitenwände anlangt, so war von dem Umriss derselben auf dem Flächenschnitte, von den Seitenrändern, schon vorher die Rede. Dieselben sind, wie noch beigefügt sein mag, mitunter ziemlich dick, wie bei bestimmten Arten der Gattungen *Rafniai Lotononis* und *Lebeckia*, sonst dünn. Deutliche Tüpfelung der Seitenwände zeigen einige Arten der Gattungen *Borbonia*, *Rafna-* und *Lotononis.* Sehr bemerkenswerth ist die Struktur der Innenwände. Entsprechend den äusseren Lebensverhältnissen der Pflanzen treten fast überall (mit einziger Ausnahme von *Viborgia obcordata* unter den von mir untersuchten über sechzig Arten) Epidermiszellen mit verschleimten Innenwänden auf, welche als Wasserspeicher dienen. Dieselben finden sich in den beiderseitigen Epidermisplatten vor. Bei einigen Gattungen, wie bei *Borbonia* und *Rafnia,* ist der Reichthum an Schleimzellen ein ausserordentlich grosser; die verschleimten Zellen dringen dann häufig tief in das Mesophyll ein. Zum Nachweise der Verschleimung in zweifelhaften Fällen bediente ich mich der Tuschreaktion. Gewöhnlich konnten aber die den Schleim abgrenzenden Celluloselamellen auf den Blattquerschnitten festgestellt werden.

An die Besprechung der gewöhnlichen Epidermiszellen schliesse ich nun die der Spaltöffnungen an. Die Anordnung derselben ist bei fast allen Gattungen eine richtungslose. Die einzige Ausnahme bildet die Gattung *Lebeckia*; bei dieser zeigen die Spaltöffnungen von fast allen untersuchten Arten eine Parallelstellung ihres Spaltes zur Mittelrippe der Blätter Die Spaltöffnungen sind auf beiden Blattseiten gewöhnlich in gleicher Zahl vorhanden, welche übrigens nie eine beträchtliche ist. Ausgenommen ist nur die monotypische Gattung *Euchlora,* bei welcher die Stomata auf der Unterseite weit zahlreicher sind, als auf der Oberseite. Rücksichtlich der Stellung der Spaltöffnungen zum Niveau der Gesammtepidermis ist hervorzuheben, dass sie gewöhnlich in gleicher Höhe mit den übrigen Epidermiszellen liegen, und nur bei einigen Arten eine mehr oder weniger tiefe Einsenkung vorkommt. Besonders tief eingesenkt sind die Stomata von *Borbonia racemosa* und, wie gleich auch angeführt sein mag, die Spaltöffnungen von der Achse der blattlosen *Lebeckia psiloloba.* Die Schliesszellenpaare überschreiten bei den meisten Arten nicht die gewöhnliche Grösse; nur bei zwei *Borbonia*-Arten fand ich relativ grosse Spaltöffnungen

vor. Relativ kleine Stomata sind nirgends beobachtet worden. Was nun die in systematischer Hinsicht bekanntlich besonders werthvolle Ausbildung der Stomata zunächst umgebenden Epidermiszellen anlangt, so ist Folgendes anzuführen. Bei fast allen Gattungen sind die Stomata nur von gewöhnlichen Epidermiszellen (Nachbarzellen) umgeben und gewöhnlich ist die Zahl derselben drei oder vier. Bei bestimmten *Lebeckia*- und *Viborgia*-Arten beträgt die Zahl der Nachbarzellen drei, vier oder mehr auf demselben Flächenschnitte. Bei *Borbonia crenata* sind vereinzelt auch Spaltöffnungen mit zum Spalte parallelen Nebenzellen nach dem *Rubiaceen*-Typus angetroffen worden. Das allgemeine Auftreten deutlicher Nebenzellen ist auf die Gattung *Rafnia*, beziehungsweise auf die Achse der blattlosen *Lebeckia psiloloba* beschränkt. Bei *Rafnia* umgeben drei von den übrigen Epidermiszellen durch ihre Gestalt abweichende Nebenzellen die Spaltöffnungen; bei *Lebeckia psiloloba* mehrere kleinere, kranzartig auf dem Flächenschnitte hervortretende Nebenzellen.

Ich komme nun auf das Mesophyll zu sprechen und möchte von vornherein bemerken, dass im Grossen und Ganzen immer dasselbe Querschnittsbild dem Auge des Beschauers entgegentritt. Fast stets ist der Bau des Blattes ein centrischer; nur bei *Rothia trifoliata* ist er subcentrisch und bei einer Art der verhältnissmässig grossen Gattung *Lotononis*, bei *L. corymbosa*, erschien er undeutlich bifacial. Typisch bifacialer Blattbau wurde nirgends beobachtet. Ferner besteht im Allgemeinen das Mesophyll aus durchgehendem und mehrschichtigem mehr oder weniger langgestrecktem, nach der Unterseite des Blattes zu kürzergliedrigem Palissadengewebe. Typisches Schwammgewebe mit grossen Intercellularen wurde nicht angetroffen, doch findet sich bei den Arten der Gattung *Rafnia* in der Mitte des Mesophylls zwischen dem beiderseitigen Palissadengewebe ein rundlich lumiges, fast aus isodiametrischen Zellen bestehendes Parenchym, das als Schwammgewebe bezeichnet werden kann. Durch eine ganz besondere Struktur zeichnen sich die Blätter der meisten untersuchten *Lebeckia*-Arten aus, welche mit der an eine Achse erinnernden Anordnung des Gefässbündelsystems zusammenhängt. Den innersten Theil der Blätter bildet ein markähnliches Gewebe, an das sich zunächst ein Gefässbündelkreis und sodann bis zur Epidermis ein mehrschichtiger Palissadengewebemantel anschliesst.

Das Gefässbündelsystem zeigt bei den einzelnen Gattungen mannichfache Verschiedenheiten. Vor allem ist das Auftreten der sogenannten durchgehenden grösseren Nerven hervorzuheben, deren Gefässbündelsystem nach beiden Blattseiten hin mit mehr oder weniger typisch ausgebildeten Sclerenchymplatten durchgehen. Dieselben bilden ein Gattungsmerkmal von *Borbonia* und finden sich ausserdem bei zwei Arten der Gattung *Rafnia*, nämlich *R. amplexicaulis* und *perfoliata*. Sie machen sich schon dem freien Auge bemerkbar, indem bei den genannten Pflanzen das Nervennetz deutlich hervortritt.

Besonders bemerkenswerth ist noch, dass die zwei angeführten Arten von *Rafnia*, denen allein unter den *Rafnia*-Arten das in Rede stehende anatomische Verhältniss zukommt, mit einer dritten von mir nicht geprüften Art, *R. virens* E. Mey., welcher übrigens nach der Capflora von Harvey und Sonder (II. p. 31) gleichfalls „leaves . . . . strongly netted with veins" zukommen, die Gattungssection *Vascoa* bilden, für welche sohin der Besitz der durchgehenden Nerven charakteristisch ist. Abgesehen von der Gattung *Borbonia* und der Gattungssection *Vascoa* sind die Blattnerven überall eingebettet. Was die Entwickelung des mechanischen Systems in den Blattnerven anlangt, so ist Sclerenchym in Begleitung der Nerven häufig zu finden. Bei den eben besprochenen durchgehenden Nerven von *Borbonia* und *Rafnia* (Section *Vascoa*) tritt dasselbe, wie schon erwähnt, auf Holz- und Bastseite auf; sonst findet es sich nur auf der Bastseite oder fehlt ganz. Völliges Fehlen des Sclerenchyms ist in den grösseren Nerven bei *Euchlora*, *Rothia*, *Viborgia* und *Lotononis* (*Lotononis acuminata* ausgenommen), sowie bei einigen Arten von *Rafnia* constatirt worden. Das Sclerenchym hat rücksichtlich der Wandbeschaffenheit und des Lumens eine verschiedene Ausbildung. In den meisten Fällen tritt eine das Leitbündelsystem mit dem zugehörigen Sclerenchym umschliessende deutliche Parenchymscheide auf dem Blattquerschnitte hervor.

Von Krystallen fand ich nur solche aus oxalsaurem Kalk vor, und zwar, abgesehen von der aus der Gattung *Lebeckia* und aus der ganzen Tribus der *Genisteen* auszuscheidenden *Lebeckia retamoides*, bei welcher die gewöhnlichen grossen Einzelkrystalle angetroffen werden, ausschliesslich in Form kleiner nadelförmiger, prismatischer oder fast körnchenartiger Gebilde. Solche Krystalle habe ich bei allen *Borbonia*-Arten, sowie bei bestimmten Arten von *Lebeckia* und *Viborgia* beobachten können. Ob sie bei den anderen Gattungen vorkommen und bei ihrer Kleinheit nicht zur Beobachtung kamen, steht dahin.

Besondere Secretbehälter sind einzig und allein bei der nicht zur Tribus gehörigen *Lebeckia retamoides*, hier in Mark und Rinde in Form kugeliger, mit harzigem Inhalt erfüllter Secretzellen vorhanden.

Behaarung kommt, wie schon im Eingange des allgemeinen Theils gesagt wurde, den meisten Arten zu und wurde bei allen Gattungen ausser *Rafnia* constatirt. Abgesehen von der schon mehrmals hervorgehobenen *Lebeckia retamoides*, bei welcher keulenförmige mehrzellige Aussendrüsen vorkommen, besteht die Behaarung ausschliesslich aus Deckhaaren, und zwar aus den charakteristischen einzellreihigen und zwar dreizelligen *Papilionaceen*-Haaren. Dieselben setzen sich aus einer kurzen Basalzelle, einer kurzen Halszelle und einer längeren Endzelle zusammen. Die Endzelle ist entweder wie eine gewöhnliche längere Haarzelle ausgebildet, dabei öfters der Organoberfläche angedrückt, oder aber zweiarmig und dann gleich- oder ungleicharmig. Zweiarmige Endzellen wurden nur bei

Lotononis und *Lebeckia* angetroffen, aber nicht bei allen Arten. Ungleicharmige und gleicharmige Endzellen finden sich zuweilen neben einander auf derselben Blattfläche vor. Im Uebrigen ist noch rücksichtlich der Endzellen im Allgemeinen anzuführen, dass die Länge, die Wandbeschaffenheit und das Lumen sehr verschieden sich verhalten, und dass mitunter Körnelung der Haaroberfläche vorkommt. Bezüglich dieser Verschiedenheiten verweise ich auf die anatomischen Diagnosen der untersuchten Arten.

Tabellarische Uebersicht über die anatomischen Verhältnisse des Blattes bei der von mir geprüften Gattungsgruppe.

I. **Epidermiszellen** beiderseits stets gleichmässig ausgebildet bei allen untersuchten Arten, ausgenommen ist *Euchlora serpens.*

a. Epidermiszellen in der Flächenansicht typisch isodiametrisch polygonal: bei bestimmten Arten der Gattungen *Borbonia*, *Rafnia*, *Euchlora*, *Lotononis* und *Lebeckia.*

Epidermiszellen in der Flächenansicht annähernd isodiametrisch polygonal: bei bestimmten Arten der Gattungen *Borbonia*, *Rafnia*, *Lotononis*, *Rothia*, *Lebeckia* und *Viborgia.*

Epidermiszellen in Längsrichtung des Blattes gestreckt: bei den meisten Arten der Gattung *Lebeckia.*

Epidermiszellen in der Flächenansicht undulirt: bei bestimmten Arten der Gattungen *Lotononis* und *Viborgia.*

b. Aussenwände dick: bei bestimmten Arten der Gattungen *Borbonia*, *Rafnia*, *Lotononis*, *Lebeckia* und *Viborgia.*

c. Seitenränder dick: bei bestimmten Arten der Gattungen *Borbonia*, *Rafnia*, *Lotononis*, *Lebeckia* und *Viborgia.*

Seitenränder dünn: bei bestimmten Arten der Gattungen *Borbonia*, *Rafnia*, *Lotononis*, *Rothia*, *Euchlora*, *Lebeckia* und *Viborgia.*

Seitenwände deutlich getüpfelt: bei bestimmten Arten der Gattungen *Borbonia*, *Rafnia* und *Lotononis.*

d. Cuticula dick: bei bestimmten Arten der Gattungen *Borbonia* und *Rafnia.*

Cuticula dünn: bei bestimmten Arten der Gattungen *Lotononis*, *Lebeckia*, *Viborgia*, *Euchlora* und *Rothia.*

Cuticula gekörnelt: bei bestimmten Arten der Gattungen *Borbonia*, *Rafnia* und *Lebeckia.*

Cuticula mit warzenförmigen Erhebungen: bei *Borbonia parviflora.*

Cuticula gestreift: bei *Lotononis trichopoda.*

e. Zellen mit verschleimter Innenmembran überall, fehlen **nur** bei *Viborgia obcordata.*

II. **Spaltöffnungen.**

a. Spaltöffnungen ausschliesslich von drei Nachbarzellen umgeben: bei bestimmten Arten der Gattungen *Borbonia*, *Lotononis*, *Lebeckia* und *Viborgia*. Spaltöffnungen von drei, vier oder auch mehr Nachbarzellen umgeben: bei bestimmten Arten der Gattungen *Euchlora*, *Lotononis*, *Lebeckia* und *Viborgia.*

Spaltöffnungen von drei Nebenzellen umgeben: bei allen Arten der Gattung *Rafnia.*

Spaltöffnungen von mehreren Nebenzellen kranzartig umstellt: bei *Lebeckia psiloloba.*

b. Spaltöffnungen eingesenkt: bei bestimmten Arten der Gattungen *Rafnia*, *Euchlora* und *Lebeckia.*

c. Spaltöffnungen mit dem Spalte parallel zur Längsrichtung des Blattes: bei den meisten Arten der Gattung *Lebeckia.*

Spaltöffnungen richtungslos angeordnet: bei allen übrigen Gattungen und Arten.

III. **Blattbau.**

a. Blattbau undeutlich bifacial: nur bei *Lotononis corymbosa.*

Blattbau subcentrisch: nur bei *Rothia trifoliata.*

Blattbau centrisch: bei allen übrigen Gattungen und Arten.

b. Blattquerschnitt, dessen Structur an eine Achse erinnert: bei den meisten Arten der Gattung *Lebeckia.*

Blattbau mit fast isodiametrischem Parenchym zwischen den beiderseitigen langgestreckten Palissadengewebe: bei den Arten der Gattung *Rafnia.*

IV. **Nerven.**

a. Grössere Nerven mit Sclerenchym auf Holz- und Bastseite und durchgehend bis zu den beiderseitigen Epidermisplatten: bei allen Arten der Gattung *Borbonia* und bei den *Rafnia*-Arten aus der Section *Vascoa.*

Grössere eingebettete Nerven mit Sclerenchym auf der Bastseite: bei bestimmten Arten der Gattungen *Rafnia*, *Lotononis* und *Lebeckia.*

Grössere eingebettete Nerven ohne Sclerenchym: bei bestimmten Arten der Gattungen *Rafnia*, *Euchlora*, *Lotononis*, *Rothia*, *Lebeckia* und *Viborgia.*

b. Kleinere Nerven mit Sclerenchym auf Holz- und Bastseite: bei bestimmten Arten der Gattungen *Borbonia* und *Rafnia.*

Kleinere Nerven mit Sclerenchym auf der Bastseite: bei bestimmten Arten der Gattungen *Rafnia* und *Lotononis.*

Kleinere Nerven ohne Sclerenchym: bei bestimmten Arten der Gattungen *Rafnia*, *Euchlora*, *Lotononis*, *Rothia*, *Lebeckia* und *Viborgia*.

V. Krystalle.

Krystalle in feinen Nädelchen etc.: bei bestimmten Arten der Gattungen *Borbonia*, *Lebeckia* und *Viborgia*.

VI. Trichome.

a. Endzelle nicht zweiarmig: bei bestimmten Arten der Gattungen *Borbonia*, *Euchlora*, *Lotononis*, *Rothia*, *Lebeckia* und *Viborgia*.

b. Endzelle zweiarmig, und zwar gleich- oder ungleicharmig, mitunter beide Formen an demselben Organe: bei bestimmten Arten der Gattungen *Lotononis* und *Lebeckia*.

c. Endzelle gekörnelt: bei bestimmten Arten der Gattungen *Euchlora*, *Lotononis*, *Rothia*, *Lebeckia* und *Viborgia*.

---

2. Achsenstructur.

Aus den bisherigen zahlreichen Untersuchungen, welche in der Litteratur rücksichtlich der Achsenstructur der *Papilionaceen* vorliegen, hat sich ergeben, dass namentlich zwei Merkmale, nämlich die einfachen Gefässdurchbrechungen und das die Grundmasse des Holzes bildende einfach getüpfelte Holzprosenchym für die Charakteristik der ganzen Familie in Betracht kommen. Ausserdem wurden bereits eine Reihe von Merkmalen, namentlich rücksichtlich der Korkentwickelung und der Beschaffenheit des Pericykels, festgestellt, welche für die Unterscheidung der Gattung von Werth sind. Es ist schon in der Einleitung zu dieser Arbeit betont worden, dass kein Vertreter der von mir in anatomischer Hinsicht geprüften Gattungsgruppe bislang bezüglich der Achsenstructur untersucht worden ist. Es war daher wünschenwerth, auch diese Lücke in unserer Kenntniss auszufüllen, und habe ich deshalb aus jeder Gattung je eine Art auf die Anatomie von Holz und Rinde geprüft. Die Untersuchung auf ein grösseres Artmaterial innerhalb der Gattungen auszudehnen, erschien unnöthig, da aus den bisherigen anatomischen Arbeiten über die Achsenstructur im Allgemeinen wie im Besonderen der Schluss gezogen worden ist, dass die wichtigen anatomischen Merkmale des Holzes und der Rinde innerhalb der Gattung fast immer dieselben sind. Untersucht wurden Herbarzweige, deren Durchmesser 1—5 mm beträgt; daraus lässt sich schon ersehen, dass die Ergebnisse, namentlich mit Rücksicht auf den secundären Bast, keine vollkommenen sein können.

Rücksichtlich der Holzstructur ist vor Allem zu sagen, dass auch bei den von mir geprüften Arten überall einfache Gefässdurchbrechungen und die einfach getüpfelten

Holzfasern constatirt werden konnten; weiter auch Hoftüpfelung an den Wänden der Tüpfelgefässe in Berührung mit Parenchym. Im Uebrigen ist noch folgendes anzuführen. Die Gefässe liegen im Holze zerstreut und zeigen bei den einzelnen Gattungen keine grösseren Unterschiede in Bezug auf die Grösse ihres Lumens. Die grösste Gefässweite zeigte *Viborgia obcordata*, bei welcher der mittlere Durchmesser 0,025—0,027 mm betrug, die kleinsten Durchmesser *Borbonia lanceolata*, mit einem mittleren Durchmesser von 0,018—0,02 mm; bei den übrigen Arten bewegt sich der mittlere Durchmesser zwischen den gezogenen Grenzen. Die Gefässe sind also relativ kleinlumig. Bei bestimmten Arten, so bei *Lotononis divaricata* und *Lebeckia microphylla*, sind die Tüpfelgefässe mit einem Spiralbande ausgesteift. Den grössten Theil des Holzes stellen die Holzfasern, welche einfach getüpfelt und meistens ziemlich dickwandig und englumig sind. Die Tracheiden nehmen nur bei den untersuchten Arten von *Lotononis*, *Rothia* und *Lebeckia* einen wesentlicheren Antheil an der Bildung des Holzkörpers. Die Markstrahlen sind meist schmal, und die Zellen derselben sind meist in der Richtung der Achse gestreckt. Bei *Rafnia racemosa* erreichen sie eine Breite von vier Zellen, und bei *Lebeckia microphylla* verschmelzen im äusseren Theil des Secundärholzes mehrere Markstrahlen und bilden dadurch recht breite Markstrahlen.

Bei der Besprechung der Rindenstructur ist zunächst auf die in systematisch-anatomischer Hinsicht wichtigsten Theile der Rinde Rücksicht zu nehmen. Dies sind der Kork und der Pericykel. Die Korkbildung erfolgt bei den von mir untersuchten Arten an verschiedenem Orte; an dem mir vorliegenden Material von *Rafnia*, *Euchlora* und *Rothia* ist Korkbildung noch nicht eingetreten. Oberflächliche Korkbildung zeigt *Lotononis divaricata;* bei dieser Art geht der Kork aus der ersten Zellschicht der primären Rinde hervor, er ist subepidermal. Innere Korkbildung wurde bei den Arten von *Borbonia*, *Lebeckia* und *Viborgia* angetroffen; hier entwickelt sich der Kork in der unmittelbar unter dem sklerenchymatischen Pericykel gelegenen Zellschicht. Die Korkzellen sind dünnwandig und weitlichtig. Der Pericykel besteht bei dem untersuchten Materiale im Allgemeinen aus isolirten Bastfasergruppen; bei *Borbonia lanceolata* schliessen dieselben in dem untersuchten Zweige von 2 mm Dicke fast zu einem continuirlichen Festigungsringe zusammen; bei *Rafnia racemosa* finden sich stellenweise Steinzellen im Anschluss an die primären Bastfasern. Die Bastfasern des Pericykels sind durchweg dickwandig und englumig. Der secundäre Bast schliesst namentlich im äusseren Theile im Anschluss an die Sklerenchymelemente des Pericykels secundäre Bastfasern ein, zu welchen sich bei *Lebeckia microphylla* sklerosirtes und reichlich getüpfeltes Parenchym gesellt. Was die primäre Rinde anlangt, so ist anzuführen, dass bei *Borbonia lanceolata* und *Viborgia obcordata* die Blattspuren eine Strecke

weit in der primären Rinde verlaufen und daher als rindenständige Gefässbündel angetroffen werden.

Oxalsauren Kalk habe ich nirgends in den Achsentheilen beobachtet.

Zum Schlusse gebe ich das Material an, welches rücksichtlich der Achsenstructur geprüft wurde.

Es besteht dieses aus folgenden Arten:

Borbonia lanceolata (Zweigdurchmesser 2 mm) Ecklon et Zeyher, Cap. b. sp.

Rafnia racemosa (Zweigdurchmesser 5 mm) Ecklon et Zeyher, Cap. b. sp.

Euchlora serpens (Zweigdurchmesser 1 mm) Ecklon et Zeyher, Cap. b. sp.

Lotononis divaricata (Zweigdurchmesser 3 mm) Ecklon et Zeyher, Cap. b. sp.

Rothia trifoliata (Zweigdurchmesser 1,5 mm) Wight, India oriental.

Lebeckia microphylla (Zweigdurchmesser 2 mm) Ecklon et Zeyher, Cap. b. sp.

Viborgia obcordata (Zweigdurchmesser 2 mm) Ecklon et Zeyher, Cap. b. sp.

Specieller Theil.

Borbonia.

Die Arten der in Südafrika heimischen Gattung *Borbonia* zeichnen sich durchweg durch einfache, starre und mehrnervige Blätter aus. Der xerophile Charakter des Blattes findet auch in der anatomischen Struktur seinen Ausdruck.

Die Blätter sind bei sämmtlichen Arten centrisch gebaut; ihre Epidermiszellen sind in der Flächenansicht polygonal. Die Cuticula ist meist dünn; feine körnige Verdickungen derselben zeigen *B. cordata*, *crenata* und *undulata*, warzenförmige Erhebungen zeigt *B. parviflora*. Verschleimte Epidermiszellen sind bei allen Arten zahlreich vorhanden; sie zeichnen sich häufig durch ihre Grösse aus und kommen stets in der beiderseitigen Epidermis vor. Die Spaltöffnungen sind in mässiger Zahl vorhanden, auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und richtungslos angeordnet. Sie sind nicht eingesenkt und meist von drei Nachbarzellen umgeben. Im Allgemeinen haben sie die typische Gestalt; ausgenommen sind die Stomata von *Borbonia parviflora* und *perfoliata*; hier sind sie breit elliptisch und sehr gross. Das Mesophyll ist im Grossen und Ganzen aus Palissadengewebe zusammengesetzt. Die Gefässbündel der grösseren Nerven sind bei den untersuchten Arten auf Holz- und Bastseite von Sklerenchym begleitet und durchgehend. Der oxalsaure Kalk findet sich nur in Form von kleinen, meist zahlreichen Krystallen vor. Von Trichomen kommen nur solche von der gewöhnlichen Struktur vor. Eine besonders charakteristische Endzelle zeigt *B. undulata*, von der bei Besprechung dieser Art die Rede sein wird.

***Borbonia cordata* L.** Ecklon et Zeyher No. 1210. Cap. b. sp. Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen typisch polygonal in der Flächenansicht. Seitenwände mässig dick. Aussenwände verdickt. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, seltener vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, sehr kurz- und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Grössere Nerven auf Holz- und Bastseite von mässig dickwandigem Sklerenchym begleitet, durchgehend und mit Parenchymscheide. — Krystalle klein und zahlreich im Mesophyll. — Trichome nur an den Achsenorganen. Dreizellige Deckhaare, deren lange, nicht zweiarmige Endzelle mässig dickwandig und englumig ist.

***Borbonia crenata* L.** Ecklon et Zeyher No. 1203. Cap. b. sp. Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder mässig dick und zum Theil etwas gebogen. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran zahlreich vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von meist drei, selten zwei oder vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem ziemlich kurz- und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Grössere und mittlere Nerven auf Holz- und Bastseite von mässig dickwandigem Sklerenchym begleitet, durchgehend und mit deutlicher Parenchymscheide. Kleinere Nerven auf der Bastseite von mässig dickwandigem Sklerenchym begleitet, ebenfalls mit Parenchymscheide. — Krystalle klein und zahlreich im Mesophyll. — Trichome nur an den Achsenorganen. Dreizellige Deckhaare, deren lange, nicht zweiarmige Endzelle mässig dickwandig und sehr englumig ist.

***Borbonia lanceolata* L.** Ecklon et Zeyher No. 1212. Cap. b. sp. Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder zum Theil gebogen und ziemlich dünn. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran zahlreich vorhanden. Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, seltener vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und ziemlich breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv auf der Bastseite von ziemlich stark dickwandigem Sklerenchym begleitet; auf der Holzseite Sklerenchymbeleg sehr schwach. — Kleinere Nerven ohne Parenchymscheide. — Krystalle klein und zahlreich im Mesophyll. — Trichome an den Achsenorganen schwach, reichlich an der Blüte vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren lange, nicht zweiarmige Endzelle mässig dickwandig und sehr englumig ist.

***Borbonia parviflora* Lam.** Ecklon et Zeyher. No. 1209. Cap. b. sp. Epidermis beiderseits gleichmässig

ausgebildet. Zellen polygonal in der Flächenansicht mit zum Theil etwas gebogenen Seitenrändern. Cuticula dick und mit warzenförmigen Erhebungen versehen. Zellen mit verschleimter Innenmenbran zahlreich vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Seiten gleichmässig vertheilt, von drei Nachbarzellen umgeben und mit grossen und breit elliptischen Schliesszellen. — Blattbau centrisch. Das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Grössere Nerven auf Holz- und Bastseite von mässig dickwandigem Sklerenchym begleitet, durchgehend und mit deutlicher Parenchymscheide. Kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit Parenchymscheide. — Krystalle klein und zahlreich im Mesophyll. — Trichome an den Blättern und der Achse nicht beobachtet, zahlreich an den Blüten. Dreizellige Deckhaare, deren mässig lange, nicht zweiarmige Endzelle mässig dickwandig und ziemlich englumig ist.

Borbonia perfoliata **Thbg.** Burchell No. 8014. Afr. austr. Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen in der Flächenansicht annähernd polygonal. Seitenränder mässig dick und zum Theil etwas gebogen. Seitenwände getüpfelt. Cuticula dünn. Verschleimte Epidermiszellen zahlreich vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt, von drei, selten vier Nachbarzellen umgeben und mit breit elliptischen Schliesszellenpaaren. — Blattbau centrisch. Das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Grössere und mittlere Nerven auf Holz- und Bastseite von mässig dickwandigem Sklerenchym begleitet, durchgehend und mit deutlicher Parenchymscheide. Kleinere Nerven ohne Sklerenchym, mit Parenchymscheide. — Krystalle klein und in geringer Anzahl im Mesophyll. — Trichome sowohl an den Achsenorganen, als auch an den Blüten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren lange, nicht zweiarmige Endzelle ziemlich englumig und dickwandig ist.

Borbonia undulata **Thbg.** Ecklon et Zeyher. No. 1207. Cap. b. sp. Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder zum Theil etwas gebogen und ziemlich dick. Seitenwände getüpfelt. Cuticula ziemlich dick. Zellen mit verschleimter Innenmembran zahlreich vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, selten vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Grössere und mittlere Nerven auf Holz- und Bastseite von mässig dickwandigem Sklerenchym begleitet, durchgehend und mit deutlicher Parenchymscheide. Kleinere Nerven ohne Sklerenchym, mit Parenchymscheide. — Krystalle klein und vereinzelt im Mesophyll. — Trichome reichlich an allen Pflanzentheilen. Dreizellige Deckhaare; Endzelle sehr lang, besonders ausgezeichnet durch die im optischen Längsschnitt etwas wellig, nicht geradlinig erscheinenden Längs-

wände; und weiter dadurch, dass das Lumen der Haarzelle streckenweise und abwechselnd weiter bezw. enger ist; an den Haarstrecken, die durch engeres Lumen ausgezeichnet sind, ist auch die Breite des Haares eine geringere.

Rafnia.

Die in Südafrika heimische Gattung *Rafnia* enthält Arten mit einfachen und kahlen Blättern.

Die Epidermiszellen haben in der Flächenansicht gerade oder gebogene Seitenränder. Die Aussenwände sind bei bestimmten Arten, z. B. bei *R. lancea*, stark verdickt. Die Cuticula ist häufig verdickt und gekörnelt; relativ dünn ist sie bei *R. angustifolia*. Zellen mit verschleimter Innenmembran sind bei allen untersuchten Arten in der beiderseitigen Epidermis vorhanden. Die Spaltöffnungen sind im Allgemeinen von drei Epidermiszellen umgeben, welche nebenzellenartig auf dem Flächenschnitte hervortreten. Dieselben finden sich auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt vor. Die Stomata von *R. racemosa* sind durch tiefe Einsenkung und deutliche Kaminbildung über den Schliesszellen ausgezeichnet. Die Blätter sind durchweg centrisch gebaut; zwischen dem beiderseitigen Palissadengewebe befindet sich ziemlich dichtes parenchymatisches, im Querschnitt rundlich lumiges Gewebe. Die Nerven sind bei der Mehrzahl der Arten auf Holz- und Bastseite von Sklerenchym begleitet. Die Parenchymscheide ist stets deutlich entwickelt. Mit Sklerenchym durchgehende grössere Nerven finden sich nur bei *R. amplexicaulis* und *R. perfoliata*, Arten der Gattungssektion *Vascoa*. Oxalsaurer Kalk fehlt. Trichome wurden nicht beobachtet.

Rafnia amplexicaulis **Thbg.** Ecklon et Zeyher. Cap. b. sp. Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Annähernd polygonale Zellen in der Flächenansicht. Seitenränder dick und zum Theil gebogen. Aussenwände stark verdickt. Cuticula dick. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei Nebenzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, ziemlich kurz- und breitgliedrigem, lückigem Palissadengewebe. — Grössere Nerven auf Holz- und Bastseite von ziemlich dickwandigem Sklerenchym begleitet, durchgehend und mit deutlicher Parenchymscheide. Kleinere Nerven ohne Sklerenchym, mit Parenchymscheide.

Rafnia angulata **Thbg.** Burchell. No. 777. Afr. austr. Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder ziemlich dick und zum Theil gebogen. Seitenwände getüpfelt. Cuticula dick. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei Nebenzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. Die Mitte des Blattes

durchzieht ein Gewebe von ziemlich isodiametrischen Zellen. — Mittelnerv wie die kleineren Nerven auf der Bastseite von wenig Sklerenchym begleitet und mit deutlicher Parenchymscheide.

***Rafnia angulata* Thbg.** Ecklon et Zeyher. var. *angustifolia* Thbg. No. 51. Unio itiner. Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder mässig dick und zum Theil gebogen. Cuticula mässig dick. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei Nebenzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe; die Mitte des Blattes durchzieht ein Gewebe von ziemlich isodiametrischen Zellen. — Mittelnerv wie die kleineren Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide.

***Rafnia cuneifolia* Thbg.** Ecklon et Zeyher. No. 1189. Cap. b. sp. Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder mässig dick und theilweise gebogen. Cuticula dick und gekörnelt. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen gross und breit elliptisch, auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei Nebenzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, ziemlich langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. Die Mitte des Blattes durchzieht ein Gewebe von ziemlich isodiametrischen Zellen. — Mittelnerv wie auch die kleineren Nerven auf Holz- und Bastseite von mässig dickwandigem Sklerenchym begleitet und mit deutlicher Parenchymscheide.

***Rafnia crassifolia* Harvey.** Ecklon et Zeyher. No. 1192. Cap. b. sp. Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder zum Theil gebogen und dick. Seitenwände getüpfelt. Aussenwände stark verdickt. Cuticula dick. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei Nebenzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem und sehr langgestrecktem Palissadengewebe. Die Mitte des Blattes durchzieht ein Gewebe von ziemlich isodiametrischen Zellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven auf Holz- und Bastseite von wenig Sklerenchym begleitet und mit deutlicher Parenchymscheide.

***Rafnia elliptica* Thbg. var. *acuminata* Harvey.** Ecklon et Zeyher. No. 1185. Cap. b. sp. Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder etwas gebogen und ziemlich dünn. Cuticula dick. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig ver-

theilt und von drei Nebenzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, ziemlich kurz- und breitgliedrigem Palissadengewebe. Die Mitte des Blattes durchzieht eine Schicht von ziemlich isodiametrischen Zellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide.

Rafnia elliptica **Thunb. var.** ***erecta*** **Harvey.** Ecklon et Zeyher. No. 1186. Cap. b. sp. Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal. Seitenränder dick und zum Theil gebogen. Aussenwände stark verdickt. Cuticula stark verdickt und gekörnelt. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei Nebenzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, ziemlich breit- und kurzgliedrigem Palissadengewebe. Die Mitte des Blattes durchzieht ein Gewebe von ziemlich isodiametrischen Zellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven auf Holz- und Bastseite von weitlumigem Sklerenchym begleitet und mit deutlicher Parenchymscheide.

Rafnia elliptica **Thunb. var.** ***intermedia*** **Harvey.** Ecklon et Zeyher. No. 1187. Cap. b. sp. Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder dick und zum Theil gebogen. Aussenwände ziemlich stark verdickt. Cuticula ziemlich dick und gebogen. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und mit drei Nebenzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, ziemlich langgestrecktem und mässig breitgliedrigem Palissadengewebe. Die Mitte des Blattes durchzieht ein Gewebe von ziemlich isodiametrischen Zellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven auf Holz- und Bastseite von mässig dickwandigem Sklerenchym begleitet und mit deutlicher Parenchymscheide.

Rafnia elliptica **Thbg.** Sieber No. 51. Cap. b. sp. Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder mässig dick. Aussenwände stark verdickt. Cuticula dick und gekörnt. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei Nebenzellen umgeben. — Blattbau centrisch; Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. Die Mitte des Blattes durchzieht ein Gewebe von ziemlich isodiametrischen Zellen. — Mittelnerv auf Holz- und Bastseite von mässig dickwandigem Sklerenchym begleitet; kleinere Nerven ohne Sklerenchym. Beide mit deutlicher Parenchymscheide.

Rafnia fastigiata **Ecklon et Zeyher.** Ecklon et Zeyher. No. 1182. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder mässig

dick und zum Theil gebogen. Cuticula ziemlich dick. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten mässig zahlreich und von drei Nebenzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. Die Mitte des Blattes durchzieht ein Gewebe von ziemlich isodiametrischen Zellen. — Mittelnerv auf Holz- und Bastseite von mässig dickwandigem Sklerenchym begleitet; kleinere Nerven ohne Sklerenchym. Beide mit deutlicher Parenchymscheide.

***Rafnia lancea* D. C.** Ecklon et Zeyher. No. 1194. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder mässig dick und zum Theil gebogen. Aussenwände stark verdickt. Seitenwände getüpfelt. Cuticula mässig dick. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei Nebenzellen umgeben. — Blattbau centrisch; Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, ziemlich langgestrecktem und mässig breitgliedrigem Palissadengewebe. Die Mitte des Blattes durchzieht ein Gewebe von ziemlich isodiametrischen Zellen. — Mittelnerv auf Holz- und Bastseite von mässig dickwandigem Sklerenchym begleitet; kleinere Nerven ohne Sklerenchym. Beide mit deutlicher Parenchymscheide.

***Rafnia opposita* Thbg.** Ecklon et Zeyher No. 1191. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässsig ausgebildet. Zellen polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder ziemlich dünn. Cuticula mässig dick. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei Nebenzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und ziemlich breitgliedrigem Palissadengewebe. Die Mitte des Blattes durchzieht ein Gewebe von ziemlich isodiametrischen Zellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven auf Holz- und Bastseite von wenig dickwandigem Sklerenchym begleitet und mit deutlicher Parenchymscheide.

***Rafnia perfoliata* E. M.** Burchell No. 7828. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder dünn und zum Theil gebogen. Cuticula mässig dick und gekörnelt. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei Nebenzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, ziemlich langgestrecktem und mässig breitgliedrigem Palissadengewebe. Die Mitte des Blattes durchzieht ein Gewebe von ziemlich isodiametrischen Zellen.

— Grössere Nerven auf Holz- und Bastseite von mässig dickwandigem Sklerenchym begleitet und durchgehend; kleinere Nerven mit wenig oder gar keinem Sklerenchym. Alle mit deutlicher Parenchymscheide. — Das Exemplar von Ecklon et Zeyher No. 1201 schliesst sich im Wesentlichen an das oben beschriebene an und unterscheidet sich nur durch ein mehr kurzgliedriges Parenchym und durch erhebliche Dicke des die grösseren Nerven begleitenden Sklerenchyms.

***Rafnia racemosa* Ecklon et Zeyher.** Ecklon et Zeyher. No. 1188. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder dick. Aussenwände stark verdickt. Seitenwände getüpfelt. Cuticula dick und gekörnelt. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei Nebenzellen umgeben, tief eingesenkt und mit schmalen spaltenförmigen Kaminen über den grossen Schliesszellen. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig kurz- und breitgliedrigem Palissadengewebe. Die Mitte des Blattes durchzieht ein Gewebe von ziemlich isodiametrischen Zellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide.

***Rafnia triflora* Thbg.** Krauss. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder mässig dick und etwas gebogen. Cuticula dick und gekörnelt. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei Nebenzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. Die Mitte des Blattes durchzieht ein Gewebe von ziemlich isodiametrischen Zellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym; letzteres auf Holz- und Bastseite der mittelgrossen Nerven. Alle mit deutlicher Parenchymscheide.

Euchlora.

Die in Südafrika heimische Gattung *Euchlora* ist monotypisch; die Blätter sind bei derselben einfach.

Besondere anatomische Verhältnisse treten bei derselben nicht auf. Da die Gattung *Euchlora* nur eine einzige Art besitzt, verweise ich gleich bezüglich der anatomischen Verhältnisse auf die nachfolgende Artdiagnose.

***Euchlora serpens* Ecklon et Zeyher.** Ecklon et Zeyher. No. 1246. Cap. b. sp.

Epidermiszellen polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder und Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran in der beiderseitigen Epidermis vorhanden. — Spaltöffnungen etwas eingesenkt, auf der Unterseite weit zahlreicher als auf der Oberseite, und von drei, vier und mehr Nachbarzellen umgeben.

— Blattbau centrisch; Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Oxalsaurer Kalk fehlt. — Trichome auf der Unterseite viel zahlreicher als auf der Oberseite. Dreizellige Deckhaare, deren sehr lange, nicht zweiarmige Endzelle dickwandig, englumig und gekörnelt ist.

Lotononis.

Die Arten der Gattung *Lotononis* sind zum grössten Theile im südlichen Afrika, zum geringeren Theile in Spanien, Nordafrika und im Orient zu Hause. Sie sind Kräuter oder Holzgewächse und besitzen meist gefingerte Blätter oder sind auf ein Fiederblättchen reducirt. In anatomischer Beziehung ist besonders hervorzuheben, dass bei einem Theile der Arten die Endzelle der Deckhaare eine zweiarmige Ausbildung besitzt, während dieselbe bei dem anderen Theile nicht zweiarmig ist.

Die Zellen der Epidermis sind in der Flächenansicht annähernd polygonal, dabei, wie z. B. bei *L. involucrata* und *prostrata*, verhältnissmässig gross, zum Theil, wie bei *L. acuminata* und *argentea*, relativ kleinlumig. Die Seitenränder sind gerade oder gebogen, die Aussenwände sind häufig stark verdickt; die Cuticula ist meist dünn. Tüpfelung der Seitenwände ist verhältnissmässig selten (Beispiele: *L. lanceolata* und *pumila*). Zellen mit verschleimter Innenmembran sind bei allen untersuchten Arten in der beiderseitigen Epidermis vorhanden. Die Spaltöffnungen sind auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt, mässig zahlreich und meist von vier oder drei Nachbarzellen umgeben. Besonders charakteristisch gestaltet sind die Stomata von *L. lanceolata*, welche im Anschluss an die Schliesszellenpaare meist T-förmige, quer zur Spaltrichtung verlaufende und von den Nachbarzellen gebildete Anhänge besitzen. Die Blätter sind centrisch gebaut; eine Ausnahme bildet *L. corymbosa* mit undeutlich bifacialem Blattbau. Das Mesophyll besteht im Grossen und Ganzen aus durchgehendem Palissadengewebe. Die Nerven enthalten bei fast allen Arten kein Sklerenchym; ausgenommen ist *L. acuminata*, deren Nerven auf der Bastseite mit einem ziemlich dicken Sklerenchymbeleg versehen sind. Die Parenchymscheide ist bei allen Arten stets deutlich entwickelt. Oxalsaurer Kalk wurde nirgends beobachtet. Trichome sind stets verhanden. Bemerkenswerth ist, dass ein Theil der Arten die gewöhnlichen dreizelligen Deckhaare besitzt, der andere Theil ebenfalls dreizellige Deckhaare, aber mit gleich- oder ungleicharmig ausgebildeter Endzelle. Es lag nahe, zu prüfen, ob die Arten mit einarmiger, d. h. gewöhnlicher Endzelle natürliche Gruppen bilden. Eine Uebereinstimmung mit der Gliederung der Gattung durch Bentham (s. Harvey et Sonder, Flora cap. 11. p. 47 ff.) war aber nicht durchweg gegeben, soweit sich das nach dem untersuchten Material sagen lässt, indem ein Theil der Arten der Sectionen *Telina*, *Leobordea* und *Septis* zweiarmige, der andere Theil eine gewöhnliche End-

zelle hat. Zum Schlusse führe ich noch die Arten namentlich an, die eine gewöhnliche Endzelle, sowie diejenigen, welche eine ungleich zweiarmige oder gleicharmige besitzen.

1. Arten mit gewöhnlicher Endzelle:
   Lotononis: *acuminata*, *azurea*, *calycina*, *corymbosa*, *involucrata*, *Kraussiana*, *lanceolata*, *Leobordea*, *pallens*, *porrecta*, *pungens*, *tenella* und *umbellata*.
2. Arten mit ungleich zweiarmiger Endzelle:
   Lotononis: *argentea*, *carnosa*, *cytisoides*, *gracilis*, *lupinifolia*, *prostrata* und *trichopoda*.
3. Arten mit gleicharmiger Endzelle:
   Lotononis: *divaricata*, *laxa*, *micrantha* und *pumila*.

***Lotononis acuminata* Ecklon et Zeyher.** Ecklon et Zeyher. No. 868. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen klein und annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder dünn und theilweise gebogen. Aussenwände stark verdickt. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt, breit elliptisch und von drei, seltener vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, wenig langgestrecktem und ziemlich breitgliedrigem Palissadengewebe. — Nerven auf der Bastseite von ziemlich dickwandigem und englumigem Sklerenchym begleitet und mit Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren ziemlich lange, nicht zweiarmige Endzelle dickwandig und englumig ist.

***Lotononis argentea* Ecklon et Zeyher.** Ecklon et Zeyher. No. 1272. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder dünn und zum Theil gebogen. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, selten vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und ziemlich breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige, zweiarmige Deckhaare, deren schiffchenförmige Endzelle gleicharmig, weitlumig und wenig dickwandig ist.

***Lotononis azurea* Bth. Krauss.** Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen im Verhältniss zu den vorigen Arten gross und annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder ziemlich dünn und theilweise gebogen. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt

und von drei Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, ziemlich langgestrecktem und mässig breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren mässig lange, nicht zweiarmige Endzelle mässig dickwandig und weitlumig ist.

Lotononis carnosa **Bentham.** Ecklon et Zeyher. No. 1287. Cap. b. sp.

Pflanze mit Rollblättern. Rinne auf der Oberseite. Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder ziemlich dick. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, vier oder mehr Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, ziemlich lang- und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige, zweiarmige Deckhaare, deren ungleicharmige Endzelle ziemlich dickwandig und englumig ist.

Lotononis corymbosa **E. M. Krauss.** Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder dünn und gebogen. Aussenwände stark verdickt. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei Nachbarzellen umgeben. — Blattbau undeutlich bifacial. Die oberste Schicht sehr kurz palissadenartig, die übrigen bestehen aus ziemlich isodiametrischen, rundlichen Zellen. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren lange, nicht zweiarmige Endzelle dickwandig, englumig und gekörnelt ist.

Lotononis cytisoides **Bth.** Ecklon et Zeyher. No. 1284. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder mässig dick und etwas gebogen. Seitenwände getüpfelt. Aussenwände stark verdickt. Cuticula ziemlich dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei oder vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige, zweiarmige Deckhaare, deren ungleicharmige Endzelle mässig dickwandig und weitlumig ist.

Lotononis divaricata **Bth.** Ecklon et Zeyher. No. 1285. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder ziemlich dünn und theilweise gebogen. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von vier oder mehr Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Grössere und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Schiffchenförmige, zweiarmige Deckhaare, deren meist gleicharmige Endzelle mässig dickwandig und weitlumig ist.

Lotononis gracilis **Bth.** Drège. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder mässig dick und zum Theil gebogen. Cuticula ziemlich dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, seltener vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und ziemlich breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren Endzelle nur schwach zweiarmig, und zwar ungleicharmig ist, indem die Endzelle nach der einen Seite hin nur eine ganz kleine Ausstülpung bildet.

Lotononis involucrata **Bth.** Ecklon et Zeyher. No. 1296. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder ziemlich dünn und gebogen. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, seltener vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, ziemlich kurz- und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren lange, nicht zweiarmige Endzelle mässig dickwandig und weitlumig ist.

Lotononis Kraussiana **Meissn.** Krauss. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen klein und annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder dünn und etwas wellig gebogen. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, seltener vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; Mesophyll

besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren mässig lange, nicht zweiarmige Endzelle dickwandig, ziemlich weitlumig und gekörnelt ist.

***Lotononis lanceolata* Bth.** Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder ziemlich dick und gebogen. Seitenwände getüpfelt. Aussenwände stark verdickt. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von meist drei, selten vier Nachbarzellen umgeben. Im Anschluss an die Schliesszellenpaare meist T-förmig gestaltete, quer zur Spaltöffnung verlaufende Anhänge, von den Nachbarzellen gebildet. — Blattbau centrisch; Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, ziemlich kurz- und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren lange, nicht zweiarmige Endzelle ziemlich dickwandig, englumig, oft gedreht und gekörnelt ist.

***Lotononis laxa* Ecklon et Zeyher.** Ecklon et Zeyher. No. 1276. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen ziemlich gross und annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder dünn und gebogen. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, seltener vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und ziemlich breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige, zweiarmige Deckhaare, deren meist gleicharmige Endzelle weitlumig und mässig dickwandig ist. Die in der Flächenansicht sich als Ellipse darstellende gemeinsame Wand der Endzelle und der oberen Stiel- (Hals-) zelle ist mit querverlaufenden Tüpfeln versehen.

***Lotononis Leobordea* Bth.** Fischer No. 64. Gedda.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder dünn und gebogen. Aussenwände verdickt. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, seltener vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, ziemlich langgestrecktem und mässig breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher

Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren mässig lange, nicht zweiarmige Endzelle dickwandig, englumig und gekörnelt ist. Die Basis des Haares ragt etwas über die Insertionsstelle hinaus.

Lotononis lupinifolia **Boissier.** Boissier. Malaga.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder dünn und gebogen. Cuticula dünn Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, selten vier Spaltöffnungen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige, zweiarmige Deckhaare, deren zum grösseren Theile ungleicharmige Endzelle dickwandig, mässig weitlumig und gekörnelt ist.

Lotononis pallens **Bth.** Ecklon et Zeyher No. 1294. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder ziemlich dick und theilweise gebogen. Aussenwände verdickt. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, selten vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, ziemlich breit- und kurzgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren lange, nicht zweiarmige Endzelle dickwandig, englumig und gekörnelt ist.

Lotononis porrecta **Bth.** Ecklon et Zeyher. No. 1264. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder ziemlich dünn und gewellt. Cuticula ziemlich dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von meist drei, seltener vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrektem und ziemlich breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlich entwickelter Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren mässig lange, nicht zweiarmige Endzelle ziemlich dickwandig und weitlumig ist.

Lotononis prostrata **Bth.** Zwackh. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen ziemlich gross und annähernd polygonal in der Flächenansicht.

Seitenränder ziemlich dünn und gebogen. Aussenwände verdickt. Cuticula ziemlich dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran zahlreich vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und ziemlich breitgliedrigem, nach der Mitte zu sehr breitgliedrig werdendem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige zweiarmige Deckhaare, deren fast gleicharmige bis etwas mehr ungleicharmige Endzelle ziemlich dickwandig und weitlumig ist.

Lotononis pumila **Ecklon et Zeyher var.** ***micrantha*** **Harvey.** Ecklon et Zeyher No. 1280. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder dünn und theilweise gebogen. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, selten vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig lang- und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige, zweiarmige Deckhaare, deren meist gleicharmige Endzelle ziemlich dickwandig und weitlumig ist.

Lotononis pumila **Ecklon et Zeyher.** Ecklon et Zeyher No 1283. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder mässig dick und gebogen. Seitenwände getüpfelt. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, selten vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem und sehr langgestrecktem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige, zweiarmige Deckhaare, deren schiffchenförmige Endzelle ziemlich dickwandig und sehr weitlumig ist.

Lotononis pungens **Ecklon et Zeyher.** Ecklon et Zeyher No. 1282. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder mässig dick und theilweise gebogen. Cuticula ziemlich dünn. Aussenwände stark verdickt. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, seltener vier Nachbarzellen um-

geben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, ziemlich langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren mässig lange, nicht zweiarmige Endzelle ziemlich dickwandig, sehr weitlumig und gekörnelt ist.

***Lotononis tenella* Ecklon et Zeyher var. *calycina* Harvey.** Ecklon et Zeyher No. 1266. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder dünn und deutlich gewellt. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, seltener vier oder mehr Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren lange, nicht zweiarmige Endzelle dickwandig, englumig und gekörnelt ist.

***Lotononis tenella* Ecklon et Zeyher.** Ecklon et Zeyher No. 1282. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder dick und gebogen. Cuticula ziemlich dick. Zellen mit verschleimter Innenmembran zahlreich vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, selten vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, kurz- und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden Dreizellige Deckhaare, deren sehr lange, nicht zweiarmige Endzelle dickwandig, englumig und gekörnelt ist.

***Lotononis trichopoda* Bth.** Ecklon et Zeyher No. 1289. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder dünn und theilweise gebogen. Cuticula dünn und gestreift. Zellen mit verschleimter Innenmembran in der beiderseitigen Epidermis. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, seltener vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige, zweiarmige Deckhaare, deren schiffchenförmige, bald gleicharmige, bald ungleicharmige Endzelle mässig dickwandig, sehr weitlumig und gekörnelt ist.

Lotononis umbellata **Bth.** Brehm. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder mässig dick und gebogen. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, seltener vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, ziemlich langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren breite, nicht zweiarmige Endzelle ziemlich dickwandig, weitlumig und gekörnelt ist.

Rothia.

Die Gattung *Rothia* besteht aus zwei Arten, von denen nur die eine, *R. trifoliata*, zur Verfügung stand. Dieselbe ist in Ostindien und Nordaustralien heimisch, krautig und besitzt gefingerte Blätter.

Da besondere anatomische Verhältnisse nicht angetroffen wurden, verweise ich auf die folgende Artbeschreibung.

Rothia trifoliata **Pers.** Wight. No. 571. Ind. orient.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder ziemlich dünn und gebogen. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran zahlreich vorhanden und zum Theil tief in das Mesophyll eindringend. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt, richtungslos angeordnet und von drei oder vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau subcentrisch; Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, namentlich an der Blattoberseite deutlich entwickeltem, mässig langgestrecktem und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Oxalsaurer Kalk fehlt. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren ziemlich lange, nicht zweiarmige Endzelle mässig dickwandig, weitlumig und gekörnelt ist.

Lebeckia.

Die Arten der Gattung *Lebeckia* sind in Südafrika heimisch und theils Sträucher, theils Halbsträucher. Die Blätter sind entweder lineal-fadenförmig und bestehen dann nur aus einem Blättchen, wie bei *L. Meyeriana*, oder sie sind dreiblättrig gefingert, wie bei *L. microphylla*. Unter den untersuchten Arten zeichnet sich besonders *L. psiloloba* aus durch sehr starke Reduction der Blätter; es gelangten daher bei dieser Art die an der Assimilation sich wesentlich betheiligenden Sprossachsen zur Untersuchung. Aehnlich verhält es sich rücksichtlich der Vegetationsorgane bei *Lebeckia retamoides*, welche aber, wie ich gleich zeigen werde, aus der Gattung *Lebeckia* auszuscheiden ist.

Bei der anatomischen Untersuchung des assimilirenden, gefurchten Achsensystems von *Lebeckia retamoides* Baker, einer in Madagascar heimischen Art, traf ich im Marke und in der Rinde rundliche, typische Secretzellen mit harzigem Inhalte, sowie in den Furchen des Stengels keulenförmige, mehrzellige Aussendrüsen an; zwei anatomische Charaktere, welche ich bei keiner der anderen *Lebeckia*-Arten vorgefunden habe. Ursprünglich lag mir aus dem Herbarium Monacense das Exemplar von Hildebrandt No. 3534 vor, welche Nummer von Baillon in dem Bulletin de la Société Linnéenne de Paris als die von Baker im Journal of the Linnéan Society. Vol. XX. 1889. p. 123 beschriebene *L. retamoides* bestimmt worden war. Da es nicht ausgeschlossen war, dass die Identificirung des Hildebrandt'schen Materiales mit der *L. retamoides* durch Baillon eine irrige sein konnte, erschien es höchst wünschenswerth, die Originalpflanze der Art in anatomischer Hinsicht zu untersuchen, was mir durch die Liebenswürdigkeit des Directors des Kew-Herbares, This. Dyer, ermöglicht wurde. Das Ergebniss der Untersuchung war die vollständige Uebereinstimmung des Originalexemplares von Baron No. 1827 mit der angeführten Hildebrandt'schen Pflanze. Auf Grund der schon erwähnten anatomischen Merkmale hat also *Lebeckia retamoides* sicher aus der Gattung *Lebeckia* auszuscheiden. Die Besprechung der genaueren anatomischen Structur der Achse von *Lebeckia retamoides* wird am Schlusse der Artdiagnosen der übrigen wirklichen *Lebeckia*-Arten erfolgen.

Ich komme nun auf die Blattstructur der echten *Lebeckia*-Arten im Allgemeinen zu sprechen. Zunächst sei hervorgehoben, dass der Querschnitt des Blattes an eine Achsenstructur erinnert, insofern als die Leitbündel bei der Mehrzahl der Arten (ausgenommen sind *L. cytisoides* und *humilis*) mehr oder weniger in einen Kreis angeordnet sind und ein markähnliches Gewebe einschliessen. Die Zellen der Epidermis sind in der Flächenansicht meist in die Länge, und zwar in der Längsrichtung des Blattes gestreckt; annähernd polygonal sind sie nur bei *L. cytisoides* und *humilis*. Bei den verschiedenen Arten besitzen die Zellen ein verschieden grosses Lumen, so sind zum Beispiel die von *L. Candolleana* grosslumig, während *L. microphylla* kleinlumige Zellen besitzt. Bei *Lebeckia psiloloba* verjüngt sich das Zelllumen nach Aussen kegelförmig; die Aussenwände und ein Theil der Seitenwände sind cuticularisirt. Die Seitenränder sind meist wenig gebogen und mässig dick; die Aussenwände mässig dick; stark verdickt sind sie bei *L. Candolleana* und *pauciflora*. Die Cuticula ist meist dünn; mässig dick ist sie bei *L. pauciflora* und *sepiaria*. Zellen mit verschleimter Innenmembran sind bei allen untersuchten Arten vorhanden. Die Spaltöffnungen sind stets gleichmässig vertheilt, mässig zahlreich und häufig von drei, seltener vier oder (bei *L. psiloloba*) noch mehr Nachbarzellen umgeben. Manchmal sind sie tief eingesenkt, wie bei *L. psiloloba*. Meist sind die Stomata mit dem Spalte parallel zur Längs-

richtung des Blattes gestellt. Regellos angeordnet sind sie nur bei *L. cytisoides* und *humilis*, welche, wie oben schon gesagt, auch rücksichtlich der ganzen Structur des Blattquerschnittes von den anderen untersuchten Arten abweichen. Bei diesen beiden Arten besteht das ganze Mesophyll im Wesentlichen aus Palissadengewebe; bei den übrigen umgiebt ein mehrschichtiger Palissadenzellenmantel den Gefässbündelkreis mit seinem centralen markähnlichen Gewebe. Der Blattbau ist centrisch. Die stärker entwickelten Gefässbündel sind gewöhnlich von mehr oder weniger dickwandigem Sklerenchym begleitet, während den schwächer entwickelten Sklerenchym fehlt. Oxalsaurer Kalk fehlt bei einigen Arten gänzlich; bei anderen sind kleine Krystalle vorhanden. Am Herbarmaterial konnten bei einigen Arten nur Haarnarben angetroffen werden; in den anderen Fällen konnten die gewöhnlichen Trichome, zum Theil mit zweiarmiger (bei *L. microphylla* und *psiloloba*), zum Theil mit gewöhnlicher (bei *L. cytisoides* und *humilis*) Endzelle constatirt werden.

***Lebeckia Candolleana* Walp.** Ecklon et Zeyher. No. 676. Cap. b. sp.

Epidermis auf allen Seiten gleichmässig ausgebildet. Zellen in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Seitenränder mässig dick und nur wenig gebogen. Aussenwände ziemlich dick. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran zahlreich vorhanden. — Spaltöffnungen allseitig gleichmässig vertheilt, fast im Niveau der Epidermis, mit dem Spalte parallel zur Längsrichtung des Blattes und von drei Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Auf die Epidermis folgt ein zwei- bis dreischichtiges Palissadengewebe, sodann eine ein- bis mehrschichtige Lage ziemlich weitlumiger Parenchymzellen; darauf ein Kreis von isolirten Gefässbündeln, deren Basttheile von mehr oder weniger kräftig entwickelten Sklerenchymfaserbündeln begleitet sind, und welche ein markähnliches, aus weitlumigen und verholztwandigen Zellen bestehendes Gewebe einschliessen.

***Lebeckia cytisoides* Thbg.** Ecklon et Zeyher. No. 1332. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder ziemlich dünn und zum Theil etwas gebogen. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran ziemlich zahlreich vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von selten drei, häufiger vier oder mehr Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig lang- und breitgliedrigem Palissadengewebe. — Alle Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Kleine Krystalle zahlreich im Mesophyll. Trichome nur auf der Unterseite vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren ziemlich lange, nicht zweiarmige Endzelle mässig dickwandig, sehr weitlumig und gekörnelt ist.

***Lebeckia humilis* Thbg.** Zwackh. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder ziemlich dünn und vielfach gebogen. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, seltener vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, mässig langgestrecktem und ziemlich breitgliedrigem Palissadengewebe. — Alle Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. — Kleine Krystalle sehr spärlich. — Trichome auf der Unterseite zahlreich vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren lange, nicht zweiarmige Endzelle dickwandig, mässig weitlumig und gekörnelt ist.

***Lebeckia Meyeriana* Ecklon et Zeyher.** Ecklon et Zeyher. No. 1339. Cap. b. sp.

Epidermis allseitig gleichmässig ausgebildet Zellen in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Seitenränder dick und zum Theil gebogen. Cuticula ziemlich dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran zahlreich vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt, mit ihrem Spalte parallel zur Längsrichtung des Blattes und von drei oder vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Auf die eine Zellreihe umfassende Epidermis folgt ein zweischichtiges, ziemlich breit- und langgliedriges Palissadengewebe. Sodann folgt im Querschnitt rundlichlumiges Parenchym, das die Gefässbündel einschliesst. Die letzteren sind kreisförmig angeordnet und umschliessen ein aus weitlumigem und dickwandigem Parenchym bestehendes Mark. Von den Gefässbündeln besitzen die drei stärker entwickelten einen stark dickwandigen und englumigen Hartbast in Begleitung ihres Phloems, während die Phloemtheile der übrigen gewöhnlich nicht mit Hartbast oder doch nur mit einzelnen Hartbastfasern versehen sind. — Trichome fehlen, nur einzelne Haarnarben beobachtet.

***Lebeckia microphylla* E. M.** Ecklon et Zeyher. No. 1286. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen klein und polygonal in der Flächenansicht und zum Theil in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Seitenränder dünn. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran spärlich. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, vier oder mehr Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Mesophyll besteht beiderseits aus mehrschichtigem, ziemlich kurzgliedrigem Palissadengewebe. Die Mitte des Mesophylls wird von einigen mehr oder weniger kräftig entwickelten Gefässbündeln eingenommen, die von Parenchymscheiden umgeben sind und mit letzteren in Zusammenhang stehen. — Mittelnerv und grössere Nerven auf der Bastseite von kräftig entwickeltem Sklerenchym begleitet. Kleinere Nerven ohne Sklerenchym. —

Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige, zweiarmige Deckhaare, deren mässig lange Endzelle theils gleicharmig, theils ungleicharmig, mässig dickwandig und weitlumig ist.

***Lebeckia pauciflora* E. B.** Burchell. No. 5946. Afr. austr.

Epidermis allseitig gleichmässig ausgebildet. Zellen in Längsrichtung des Blattes gestreckt in der Flächenansicht. Seitenränder mässig dick und meist gebogen. Aussenwände ziemlich dick und gequollen. Cuticula mässig dick und gekörnelt. Zellen mit verschleimter Innenmembran zahlreich vorhanden. — Spaltöffnungen gleichmässig vertheilt, mit dem Spalte parallel zur Längsrichtung des Blattes gerichtet und von drei Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Auf die Epidermis folgt ein etwa dreischichtiges, aus ziemlich lang- und mässig breitgliedrigen Zellen bestehendes Palissadengewebe. Dann folgt ein weitlumiges Parenchym, welches die Gefässbündel einschliesst. Die letzteren sind kreisförmig angeordnet und umschliessen ein aus weitlumigem und dickwandigem Parenchym bestehendes Mark. Von den Gefässbündeln besitzen die drei stärker entwickelten einen stark dickwandigen und englumigen Hartbast in Begleitung ihres Phloems, während die Ploemtheile der übrigen gewöhnlich nicht mit Hartbast versehen sind. Ein Theil der Markgewebezellen, welche sich an das am stärksten entwickelte Gefässbündel anlegen, sind sklerosirt, doch dabei sehr weitlumig. — Trichome fehlen, Haarnarben vorhanden.

***Lebeckia psiloloba* Walp.** Ecklon et Zeyher. No. 1340. Cap. b. sp.

Blätter sehr reducirt, zur Untersuchung gelangte ein Spross von 1 mm Dicke. Die Spaltöffnungen sind mit dem Spalte parallel zur Längsrichtung der Achse gerichtet, tief eingesenkt und von mehreren Epidermiszellen umgeben. Diese haben auf dem Flächenschnitte einen klein-polygonalen Umriss, auf dem Zweigquerschnitt sind sie palissadenartig gestreckt. Ihr Lumen verjüngt sich nach aussen kegelförmig; die Aussenwände und die daran anschliessenden Theile der Seitenwände sind cuticularisirt. Unter der Epidermis folgt ein einschichtiges Hypoderm aus Zellen, welche auf dem Zweigquerschnitte rundlichen Umriss zeigen; sodann das aus zwei bis drei Schichten bestehende kurzgliedrige Palissadengewebe. Auf dieses folgt ein parenchymatisches Pericykelgewebe, an dessen Innenwand reich entwickelte Bastfasergruppen aus dickwandigen und englumigen Bastfasern auftreten, die direct mit dem Phloem des Gefässbündelringes in Verbindung stehen. Die Holztheile der Gefässbündel schliessen durch interfasciculares Gewebe, welches aus dickwandigen Sklerenchymfasern gebildet wird, zusammen und umgeben einen Markkörper, der aus dickwandigen, getüpfelten, mit Stärke erfüllten und weitlumigen Zellen besteht. — Dreizellige Deck-

haare, deren mässig lange, zweiarmige Endzelle schiffchenförmig, ungleicharmig, ziemlich dünnwandig und sehr weitlumig ist.

Lebeckia sepiaria **Thunb.** Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen in Längsrichtung des Blattes gestreckt. Seitenränder mässig dick und zum Theile gebogen. Cuticula mässig dick. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt, zur Längsrichtung des Blattes mit dem Spalte parallel gerichtet und von drei oder vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Auf die Epidermis folgt ein aus drei Zellreihen bestehendes ziemlich langgliedriges Palissadengewebe. An dieses schliesst sich eine ein- bis zweischichtige Lage von weitlumigen parenchymatischen Zellen an, welche die Gefässbündel einschliessen. Die letzteren sind kreisförmig angeordnet und umschliessen ein aus weitlumigem und dickwandigem Parenchym bestehendes Mark. Von den Gefässbündeln besitzen die drei kräftiger entwickelten einen mässig verdickten Hartbast in Begleitung ihres Phloems, während die Phloemtheile der übrigen gewöhnlich nicht mit Hartbast versehen sind. — Trichome fehlen, Haarnarben beobachtet.

Lebeckia Simsiana **Ecklon et Zeyher.** Herb. Schwaegr. Cap. b. sp.

Epidermis allseitig gleichmässig ausgebildet. Zellen in der Flächenansicht in der Längsrichtung des Blattes gestreckt. Seitenränder ziemlich dick und theilweise gebogen. Aussenwände ziemlich dick. Cuticula mässig dick. Zellen mit verschleimter Innenmembran zahlreich vorhanden. — Spaltöffnungen gleichmässig vertheilt, mit dem Spalte parallel zur Längsrichtung des Blattes gestellt und von drei Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch. Auf die Epidermis folgt ein aus zwei bis drei Zellreihen bestehendes ziemlich lang- und breitgliedriges Palissadengewebe, an welches sich ein mehrschichtiges, aus weitlumigen Zellen bestehendes parenchymatisches Gewebe anschliesst, in welches die Gefässbündel eingeschlossen sind. Die letzteren sind kreisförmig angeordnet und umschliessen ein aus weitlumigem und dickwandigem Parenchym bestehendes Mark. Von den Gefässbündeln besitzen die drei kräftiger entwickelten einen mässig verdickten Hartbast in Begleitung ihres Phloems, während die Phloemtheile der übrigen gewöhnlich nicht mit Hartbast versehen sind. — Trichome fehlen, Haarnarben beobachtet. — Kleine Krystalle zahlreich vorhanden.

Lebeckia (?) ***retamoides*** **Baker.** Hildebrandt. No. 3534. Madagascar.

Blätter zu Niederblättern rückgebildet und dienen nicht als Assimilations-Organe. Zur Untersuchung gelangte ein Spross von 1 mm Weite. Derselbe zeigt auf dem Querschnitte 11—14 ziemlich tiefe Furchen und dazwischen die entsprechende Anzahl ziemlich kräftig entwickelter Rippen.

Die Epidermis zeigt in der Flächenansicht kleinpolygonale Zellen und enthält nur in den Furchen die Spaltöffnungen. Die Epidermiszellen der Rippen unterscheiden sich von denen der Furchen ausserdem dadurch, dass sie in Richtung der Sprossachse gestreckt und durch eine viel erheblichere Verdickung ihrer cuticularisirten Aussenwand ausgezeichnet sind.

Die Spaltöffnungen sind tief eingesenkt und von einer grösseren Zahl von Epidermiszellen kranzartig umgeben und mit dem Spalt parallel zur Längsrichtung des Sprosses gerichtet. An die Epidermis der Furchen schliesst sich nach innen ein drei- bis vierschichtiges, ziemlich kurzgliedriges Palissadengewebe an, welches die Assimilation besorgt. Auf dieses folgt nach innen der Pericykel, welcher in den Rippen bis zu einem unter der Aussenepidermis gelegenen, mehrschichtigen Hypoderm vordringt. In radialer Richtung nach innen von dem sich an den Boden der Furchen anschliessenden Palissadengewsbe besteht der Pericykel aus einem Gewebe von etwa zwei bis drei Zelllagen ziemlich weit- und rundlichlumiger Parenchymzellen, welche stellenweise kleinere isolirte Bastfasergruppen und weiter Sekretzellen mit charakteristischem Inhalte einschliessen. Der Pericykel der Rippen enthält eine direct an den Weichbast des Gefässbündelsystems sich anschliessende Sklerenchymplatte aus dickwandigen und englumigen Shlerenchymfasern, welche an den Seiten und nach aussen von einer Zelllage aus Pericykelparenchym umzogen wird. Rücksichtlich des Gefässbündelringes, der noch wenig in die Dicke gewachsen ist, ist anzuführen, dass derselbe im secundären Holze stark verdickte Sklerenchymfasern enthält und ebensolche in grosser Zahl am Markrande. Das Mark besteht aus ziemlich grosslumigen Zellen und enthält auch Sekretzellen.

Die Sekretzellen des Markes zeichnen sich nur wenig durch ihre Grösse, aber besonders durch ihren gelblichen, in Alkohol leicht löslichen Inhalt aus. — Grosse Krystalle von der gewöhnlichen Form im Pericykel vorhanden; ausserdem kleinere Hemitropien im Palissadengewebe. — Dreizellige, nicht zweiarmige Deckhaare, deren Stielzelle fast massiv und deren kurze Endzelle mässig dickwandig und ziemlich weitlumig ist. Ausserdem kurze keulenförmige, im Allgemeinen einzellreihige Drüsenhaare in den Furchen des Stengels.

Viborgia.

Die Gattung *Viborgia* ist in Südafrika heimisch und umfasst sieben Arten, von denen mir nur drei zur Verfügung standen; es sind Sträucher mit gefingerten Blättern.

Besonders erwähnenswerth ist die reichliche Anzahl von Speichertracheiden im Anschluss an die kleineren Nerven.

Die Zellen der Epidermis sind in der Flächenansicht annähernd polygonal. Die Aussenwände sind normal; nur *V. flexuosa* zeigt starke Verdickung derselben. Die Seitenwände sind mehr

oder weniger stark gebogen und wie die Cuticula meist dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran finden sich in der beiderseitigen Epidermis; sie fehlen bei *V. obcordata.* Die Spaltöffnungen sind immer auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt, richtungslos angeordnet, mässig zahlreich und von drei, seltener vier Nachbarzellen umgeben. Der Blattbau ist centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem und durchgehendem Palissadengewebe. Die Nerven besitzen deutliche Parenchymscheiden; Sklerenchym fehlt ihnen vollständig. Bemerkenswerth ist die reichliche Anzahl von Speichertracheiden, welche sich an die Gefässbündel der kleineren Nerven anschliessen. Oxalsaurer Kalk ist von den untersuchten Arten in Form kleiner Krystalle nur bei *V. tetraptera* angetroffen worden. Die Trichome sind spärlich; nur *V. obcordata* besitzt eine reichliche Anzahl davon. Es sind dreizellige Deckhaare von der gewöhnlichen Form, deren Endzelle durchgehends nicht zweiarmig ist.

Viborgia obcordata **Thbg.** Ecklon et Zeyher No. 1347. Cap. b. sp.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder dünn und vielfach gebogen. Cuticula mässig dick. Zellen mit verschleimter Innenmembran fehlen. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei, seltener vier Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus mehrschichtigem, durchgehendem, ziemlich lang- und wenig breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. Reichliche Speichertracheiden im Anschluss an die Gefässbündel der kleineren Nerven. — Trichome auf beiden Blattseiten vorhanden. Dreizellige Deckhaare, deren mässig lange, nicht zweiarmige Endzelle ziemlich dickwandig, sehr weitlumig und gekörnelt ist.

Viborgia flexuosa **E. M.** Drège. Afr.

Epidermis der Blattoberseite hat kleinerlumige Zellen, die Zellen der unterseitigen Epidermis sind in die Länge gestreckt und haben ein grösseres Lumen. Seitenränder mässig dick und theilweise gebogen. Aussenwände gequollen und stark verdickt. Cuticula dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus durchgehendem, mehrschichtigem, ziemlich lang- und mässig breitgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. Speichertracheiden im Anschluss an die Gefässbündel der kleineren Nerven. — Trichome spärlich. Dreizellige, nicht zweiarmige Deckhaare, deren lange Endzelle oft gedreht, ziemlich dickwandig und mässig englumig ist.

***Viborgia tetraptera* E. M.** Burchell No. 6835. Afr. austral.

Epidermis beiderseits gleichmässig ausgebildet. Zellen annähernd polygonal in der Flächenansicht. Seitenränder ziemlich dünn und gebogen. Cuticula ziemlich dünn. Zellen mit verschleimter Innenmembran vorhanden. — Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten gleichmässig vertheilt und von drei oder vier, seltener mehr Nachbarzellen umgeben. — Blattbau centrisch; das Mesophyll besteht aus durchgehendem, mehrschichtigem, ziemlich lang- und schmalgliedrigem Palissadengewebe. — Mittelnerv und kleinere Nerven ohne Sklerenchym und mit deutlicher Parenchymscheide. Reichliche Speichertracheiden im Anschluss an die Gefässbündel der kleineren Nerven. — Kleine Krystalle zahlreich im Mesophyll. — Trichome sehr spärlich. Dreizellige, nicht zweiarmige Deckhaare, deren ziemlich lange und breite Endzelle ziemlich dickwandig und mässig weitlumig ist.

Ueber den Polychroismus der Frühlingspflanzen.

Von

W. Taliew,

Privat-Docent an der Universität Charkow (Russland).

Polychroismus will ich die Erscheinung nennen, welche in einer Veränderlichkeit der Blumenfarbe derselben Art sich äussert und fast ausschliesslich den ersten Frühlingspflanzen eigenthümlich ist. In einigen Fällen wird die verschiedene Farbe auf demselben Individuum bei Blüten verschiedenen Alters beobachtet, in anderen Fällen sind verschiedene benachbarte Individuen verschieden gefärbt. Zu den ersten gehören die allbekannten Waldpflanzen *Pulmonaria officinalis* L. und *Orobus vernus* L., bei denen die ursprüngliche mehr oder weniger rothe Farbe mit dem Alter in die blaue übergeht. Die Zahl der Pflanzen der zweiten Kategorie, die so zu sagen einen socialen Polychroismus besitzen, ist beträchtlicher. Es sind *Anemone ranunculoides* L., *A. patens* L., *Iris pumila* L., *Tulipa Gesneriana* L., *Myosotis amoena* Boiss., *Primula acaulis* Jacq. und *Matthiola odoratissima* R. Br., welche diese Erscheinung gut zu beobachten erlauben.

Die weit verbreitete Form von *Anemone ranunculoides* L. hat im ganzen Europa ausschliesslich gelbe Blüten, aber schon im Uralgebiete und besonders in den sibirischen Bergen bildet diese Art einige sehr nahe stehende Varietäten (*A. uralensis* DC., *A. coerulea* DC.), welche durch eine ausserordentliche Veränderlichkeit der Perigonblätter sich auszeichnen. Ueber die genannte Pflanze sagt S. Korshinsky*) folgendes: „Die Untersuchung eines grossen Materiales (von *Anemone uralensis* aus Krasnooufímsk im Gouvernement Perm) zeigte, dass hier Formen mit den verschiedensten Farben des Perigons eng durcheinander gemischt wachsen, so dass man eine Skala der Farbentöne zusammenstellen kann. Folgende Farben sind die verbreitetsten:

Blau, licht-blau und weiss mit allen Zwischenfarbentönen.
Rosenroth, lichtrosenroth und weiss.
Gelb, blassgelb bis zu weiss.

Ausserdem wurden auch gemischte Farben beobachtet: Bläulich-rosenroth, rosengelb und gelblich rosenroth; man begegnete Exemplare, bei welchen die obere Seite der Blumenblätter roth, die untere ganz oder theils gelb gefärbt war und umgekehrt."

---

*) Flora des östlichen Russlands. 1892. (In russischer Sprache.)

Wie bei *Anemone ranunculoides*, wird der Polychroismus der Blumen von *A. patens* auch fast ausschliesslich in Sibirien beobachtet. „Im südlichen Sibirien, sagt derselbe Autor (l. c.), hat *Pulsatilla patens* Blumen der verschiedensten Farbe: Blau violett von sehr tief- bis lichtblau, bisweilen röthlich, ferner blassgelb, weiss und rosenroth (öfter rosen-weiss)". Aber noch in der Umgebung von Kazan, viel westlicher folglich, kann man (wie mir aus eigener Beobachtung bekannt ist) sandige Waldlichtungen sehen, die im zeitigen Frühling mit verschieden gefärbten Blumen von *Anemone patens* bedeckt sind.

Iris pumila kann in Bezug auf die Veränderlichkeit ihrer Farbe mit beiden vorhergehenden Arten wetteifern. Im südlichen Russland (z. B. in der taurischen Halbinsel und den angrenzenden Steppen) trifft man dicht bei einander Individuen mit violettrothen, dunkelblauen, lichtlila, gelben und fast weissen Blüten. Die mit den bunten Flecken von *Iris pumila* bedeckte Steppe erinnert ausserordentlich an einen prächtigen Blumengarten.

Ueber *Tulipa Gesneriana* L., welche mit ihren prachtvollen Blumen die taurischen Steppen im Frühling schmückt, sagt einer von den Erforschern der Krim, Aggejenko, folgendes:*) „Auf der Steppe herrschen die Tulpen mit rothen Blumen vor. Es ist aber ganz unverständlich, warum diese Pflanzen bei gleichen Existenzbedingungen auf kleiner Strecke bemerkenswerthe Veränderlichkeit der Farbe aufweisen." Man kann tief-rothe, gelbe, rosenrothe und weisse Blumen treffen; am Grunde der Blumenblätter befindet sich ausserdem ein gelber oder schwarzer Fleck.

Ueber *Myosotis amoena* fand ich folgende Mittheilung bei Markowitsch:**) „Diese Art von *Myosotis* ist eine äusserst verbreitete Frühlingspflanze in den Wäldern (des Kaukasus) und bedeckt Zehner von Quadratsaschen***) mit *Dentaria quinquefolia* und *Anemone ranunculoides* zusammen. Diese Blumenbeete aus lichtblauen, rosenrothen oder weissen Vergissmeinnichten zusammengestellt, sind sehr schön."

Bei *Primula acaulis* ist nach Schmalhausen†) die Blumenkrone blassgelb, im Schlunde orangeroth, seltener ist sie lichtviolett, lila oder weiss. Auf die Veränderlichkeit der Farbe bei dieser Art von *Primula* weist auch Steven††) hin.

Was die *Matthiola odoratissima* betrifft, so gehört sie nicht zu den eigentlichen Frühlingspflanzen, weil sie bis zum Anfang des Sommers blüht; doch erscheinen ihre ersten Blüten (in der

---

*) Eine Uebersicht der Vegetation der Krim. 1897. (In russischer Sprache.)

**) Delectus plantarum exsiccatarum quas anno 1900 permutationi offert hortus botanicus Universitatis Jurjevensis.

***) 1 Saschen = ca. 2 Meter.

†) Flora des mittleren und südlichen Russlands. 1897. (In russischer Sprache.)

††) Verzeichniss der auf der taurischen Halbinsel wildwachsenden Pflanzen. 1857.

Krim) sehr früh. Die Farbe der Blumenblätter ist ziemlich veränderlich: Schmutziggelb oder crêmefarben, braun, röthlich und manchmal intensiv violett.

Es ist sehr möglich, dass die Zahl der Fälle von Polychroismus in Wirklichkeit beträchtlicher ist, weil diese Erscheinung bisher unbeachtet blieb. So z. B. hat auch *Crocus variegatus* Hoppe et Hornsch. in den russischen Steppen eine klar ausgeprägte Neigung zur Farbenvariation (von fast weisser bis zu dunkelblauer Farbe). Ich entscheide mich nicht, eine bestimmte Erklärung der Entstehung des Polychroismus zu geben, und werde nur eine Beobachtung anführen, die ich an *Borrago officinalis* L., einer der *Pulmonaria* nahe stehenden Pflanze*), machte. Die Blüten von *Borrago officinalis* entfalten sich normal in der ersten Hälfte des Tages, so dass viele Blumenkronen gegen Mittag schon abfallen. Ich konnte aber nicht selten (im Gouvern. Nischnij-Nowgorod) beobachten, dass einige von ihnen sich verspäten (oder vielleicht umgekehrt vorauseilen, indem sie eigentlich zur Serie des folgenden Tages gehören) und erst am Tage sich zu entfalten anfangen. In solchen Fällen sind die Blumenblätter in der ersten Zeit rosenroth (wie überhaupt bei den *Borragineen* in der Knospe) und werden erst nach einiger Zeit blau. Die Ursache der abnormen Farbe der Blumenkrone liegt hier wahrscheinlich in einer Störung des regelmässigen Entwickelungsganges der Blüten, aber bei den Frühlingspflanzen müssen solche Störungen sehr oft vorkommen, weil sie, wie bekannt ist, wesentliche Abweichungen von der üblichen Folgenreihe der einzelnen Entwickelungsphasen aufweisen.

In jedem Falle, was auch die ursprüngliche Ursache der Entstehung des Polychroismus sei, kann man nicht seine biologische Bedeutung in Abrede stellen. Die Frühlingspflanzen, welche ihn aufweisen, erlangen mit den Individuen derselben Art jenes Contrastspiel, das bei den später blühenden Pflanzen durch gesellschaftliches Wachsen verschieden gefärbter Arten erreicht wird.

*) Man muss bemerken, dass einige später blühende *Borragineen* (wie *Lithospermum purpureo-coerulum* L., *Onosma echioides* L. u. a.) auch den Polychroismus besitzen.

Schluss des Bandes X der Beihefte zum Botan. Centralblatt.

Druck von Gebr. Gotthelft, Kgl. Hofbuchdruckerei, Cassel.







